

KNX-kiinteistöautomaatiojärjestelmä

Lauri Harinen

Opinnäytetyö
Joulukuu 2014

Automaatiotekniikan koulutusohjelma
Tekniikan ja liikenteen ala



JYVÄSKYLÄN AMMATTIKORKEAKOULU
JAMK UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES



Tekijä(t) Harinen Lauri	Julkaisun laji Opinnäytetyö	Päivämäärä 12.12.2014
	Sivumäärä 44 + 16	Julkaisun kieli Suomi
		Verkojulkaisulupa myönnetty (X)
Työn nimi KNX -kiinteistöautomaatiojärjestelmä		
Koulutusohjelma Automaatiotekniikka/sähkövoimatekniikka		
Työn ohjaaja(t) Hukari Sirpa		
Toimeksiantaja(t) Kolmen Sähkö Oy		
<p>Tiivistelmä</p> <p>Opinnäytetyön tarkoituksena antaa selkeä käsitys lukijalle KNX laitteista ja niiden ohjelmoinnista ETS4 ohjelmointityökalulla. Tarkoituksena on myös käsitellä KNX järjestelmän käyttömahdollisuuksia kolmen erilaisen esimerkkikohteen avulla, ja näin selventää sillä saavutettavia hyötyjä. Yhtenä lähtökohdista oli myös selventää KNX järjestelmän sekä automaatiojärjestelmän välisiä rajapintoja.</p> <p>KNX on KNX yhdistyksen kehittämä standardi ja se on otettu käyttöön vuonna 2003. KNX yhdistys valvoo ja takaa eri valmistajien laitteiden yhteensopivuuden sekä sen että ne noudattavat standardin vaatimuksia.</p> <p>KNX-järjestelmä ei sisällä erillistä tietokonetta kuten monet muut taloautomaatiojärjestelmät, vaan se tallentaa ohjelmoidun tiedon kuhunkin kenttälaitteeseen.</p> <p>Opinnäytetyössä tutustutaan kolmeen täysin erilaiseen KNX tekniikalla toteutettuun kohteeseen. Yhtenä esimerkkitapahtumana opinnäytetyössä käytetyn Lehtoniemen vedenpuhdistamon käyttöönotto tapahtuu helmikuussa 2015, jolloin järjestelmän lopullinen toimivuus selviää.</p>		
Avainsanat (asiasanat) KNX, taloautomaatio, ETS4, ohjelmointi, käyttöönotto		
Muut tiedot		



Author(s) Harinen, Lauri	Type of publication Bachelor's thesis	Date 12.12.2014
		Language of publication: Finnish
	Number of pages 44 + 16	Permission for web publication: X
Title of publication Title KNX building automation system		
Degree programme Automation technology		
Tutor(s) Hukari, Sirpa		
Assigned by Kolmen Sähkö Oy		
<p>Abstract</p> <p>The purpose of the thesis was to give the reader a clear understanding of KNX devices and programming with ETS4 programming tool. It also intends to show possibilities of KNX system by using three totally different examples of the projects and clarifying advantages to be achieved. One of the starting points was also to clear which kind of interfaces can be used between KNX and an automation- system.</p> <p>KNX is a standard, developed by KNX association and it was published in 2003. KNX Association oversees and ensures the compatibility of equipment from different manufacturers, as well as their compliance with the requirements of the standard.</p> <p>KNX system does not include a separate computer like many other building automation systems do, instead of using a computer it stores the programmed data in each field device.</p> <p>This thesis introduces three completely different subjects that have been deal with using KNX technology. As one example of the subject used in the thesis is Lehtoniemi water treatment plant, the final functionality of the system will be clearer, when the rest of the implementation is carried out in 2015.</p>		
Keywords/tags (subjects) KNX, ETS, building automation, ETS4, programming, implementation		
Miscellaneous		

Taulukot	3
Lyhenteet ja termit	4
1 Johdanto	6
2 Kolmen Sähkö Oy.....	7
3 Kiinteistöautomaatio	7
4 KNX-kiinteistöautomaatiojärjestelmä	9
4.1 KNX -järjestelmän historia	9
4.2 Tiedonsiirtomahdollisuudet.....	10
4.3 Energiansäästö, turvallisuus ja mukavuus	15
5 KNX-väylälaitteet.....	17
5.1 Virtalähde	17
5.2 Linjayhdistin ja linjatoistin	17
5.3 Kytkeyksikkö	18
5.4 Dali-säädin	19
5.5 Vastaanottimet	20
5.6 USB-portti	20
6 KNX-kenttälaitteet.....	21
6.1 Kaapelointi.....	21
6.2 Kalustesarjat	22
6.3 Läsnäolo- ja liiketunnistin	23
6.4 Sääasema	24
7 FreeAtHome kiinteistöautomaatiojärjestelmä.....	24
8 Rajapinta	25
8.1 BACnet rajapinta	25
8.2 DALI rajapinta	25
8.3 DMX rajapinta	26
8.4 IP ja internet rajapinta.....	26
8.5 KNX OPC -selain	27
8.6 SMI rajapinta	27
8.7 UPnP rajapinta	28
9 KNX-järjestelmän suunnittelu Kuopion Vedelle	28
10 Ohjelmointi Lehtoniemen jätevedenpuhdistamolle	30
10.1 Perustietoa ETS4-ohjelmasta	30

10.2	Ohjelmoinnin aloitus	30
10.3	Ryhmäosoitteet.....	33
10.4	Kytkeyksikkö	34
10.5	Painonapit.....	36
10.6	Liiketunnistin ja läsnäolotunnistin	38
11	Käyttöönotto Lehtoniemen jätevedenpuhdistamolla	40
12	Pohdinta.....	42
	Lähteet	43
	Liitteet	45
	Liite 1.....	45
	Liite 2.....	46
	Liite 3.....	50
	Liite 4.....	51
	Liite 5.....	52
	Liite 6.....	53
	Liite 7.....	59
	Liite 8.....	60
	Liite 9.....	61

Kuviot

Kuvio 1 KNX logo (KNX Finland ry. 2014)	9
Kuvio 2 Väyläkaapelin linjatopologia (KNX Käsikirja asuntojen ja rakennusten ohjauksiin. 2006. 29)	11
Kuvio 3 Väyläkaapelin KNX-topologia (KNX Käsikirja asuntojen ja rakennusten ohjauksiin. 2006. 29)	12
Kuvio 4 Sähköverkon linjatopologia (KNX Käsikirja asuntojen ja rakennusten ohjauksiin. 2006. 34)	13
Kuvio 5 Sanoman rakenne PL110 (KNX Käsikirja asuntojen ja rakennusten ohjauksiin. 2006. 38)	14
Kuvio 6 Manchester-koodi (Digitaalisignaalin koodaus. Honkanen H)	15
Kuvio 7 Linjayhdistin (KNX-taloautomaatio tuoteluettelo. Viitattu 6.4.2014)	18
Kuvio 8 ABB:n KNX kytkinyksikkö 4-kanavainen (KNX-taloautomaatio tuoteluettelo. Viitattu 6.4.2014)	19
Kuvio 9 1-kanavainen Dali-säädin (KNX-taloautomaatio tuoteluettelo. Viitattu 6.4.2014)	20
Kuvio 10 USB-portti(KNX-taloautomaatio tuoteluettelo. Viitattu 6.4.2014)	21
Kuvio 11 Läsnaolotunnistin (Läsnaolo- ja liiketunnistimet. Viitattu 24.4.2014).....	23
Kuvio 12 KNX-järjestelmään liitettävä sää asema (Sää asema Basic. Viitattu 24.4.2014) ...	24
Kuvio 13 Schneiderin InSideControl sovellus.....	27
Kuvio 14 Verkon valinta ja uuden projektin luominen	31
Kuvio 15 Päälinjan virtalähde ja USB-portti.....	31
Kuvio 16 Huonekohtaisesti sijoitetut laitteet	32
Kuvio 17 Rakennuskohtainen virtalähde ja linjayhdistin.....	32
Kuvio 18 Laitteen etsintä, hakukenttä oikeassa yläkulmassa.....	33
Kuvio 19 Ryhmäosoitteet.....	33
Kuvio 20 Laitteen yksilöllinen osoite	34
Kuvio 21 Kytkeyksiköt, Dali-yksikkö ja kenttälaitteet	34
Kuvio 22 Kytkeyksikön ryhmäosoitteiden linkitys	35
Kuvio 24 Kytkeyksikön parametreihin siirtyminen topologiasta	36
Kuvio 25 Kytkeyksikköön määritelty valaistuksen sammumisen viiveen määrittely	36
Kuvio 26 Yksiosaisen painonapin(1.1PA27.A) linkittäminen	36
Kuvio 27 Neliosaisen painonapin parametrien lisäys	37
Kuvio 28 Painonapin parametrit	38
Kuvio 29 Painonapin väyläpohjaosa	38
Kuvio 30 Läsnaolotunnistimen(1.1IR11.A) parametrit	39
Kuvio 31 Läsnaolotunnistimen asetukset parametreissa	39
Kuvio 32 Lehtoniemen jäteveden puhdistamon rakennukset	40
Kuvio 33 Linjayhdistin LK/S 4.1	41

Taulukot

Taulukko 1 Linjassa olevien kaapeleiden pituudet (KNX-taloautomaatio tuoteluettelo. 2012.).....	10
Taulukko 2 Energiansäästö KNX-järjestelmällä (KNX-taloautomaatio järjestelmäopas. Viitattu 6.4.2014.).....	16

Lyhenteet ja termit

BatiBus	Ranskankielisillä alueilla kehitetty väyläjärjestelmä
BC	Runkoyhdistin tai aluekytkin, yhdistää runkolinjan päälinjaan
DVC	Device, Toimilaite (kaaviossa)
EHSa	European Home Systems Association, kiinteistö-automaatio ohjelmia kehittävä taho.
EIB	Eurooppalainen asennusväylä vaihtoehto ennen KNX-järjestelmää European installation Bus
ETS	Engineering Tool Software, ohjelmisto KNX-tuotteiden ohjelmoimiseen sekä järjestelmän käyttöönottoon.
ITS	Industrial Scientific Medical, tarkasti määritelty taajuusalue, jota käytetään teollisuudessa, tie-teessä ja lääketieteessä.
Linja	KNX-järjestelmän pienin mahdollinen rakenne
LR	Line Repeater, linjavahvistin vahvistaa signaalia sekä lisää siten sanoman kantamaa.
LC	Line Coupler, linjayhdistin, voi joko reitittää tai rajoittaa sanomaa.
Powerline	(PL) Syöttöjärjestelmä 230/400 V, käytetään myös kuvaamaan käytettävää johdotusta KNX-järjestelmässä.
PS/Ch	Power Source/Chanel, Virtalähde kuristimella.

Ryhmäosoite	ETS4 ohjelmassa annettava osoite, joka toimii laitteen lähettämän signaalin sanomana.
Topologia	Väylän rakenne, eli kuinka laitteet on liitetty toisiinsa.
TP	Twisted Pair eli kierretty parikaapeli.
Väylä	Siirtotie, johon pystytään kytkemään väylälaitteita, jotka keskustelevat keskenään.
InSideControl	Schneiderin kehittämä etäohjaus sovellus.
FreeAtHome	Kevyt versio KNX-järjestelmästä kuluttajille.

1 Johdanto

Kiinteistöautomaatiojärjestelmän hankinta on toistaiseksi kalliimpi ratkaisu kuin perinteisen sähköjärjestelmän käyttäminen. Järjestelmä maksaa kuitenkin käytön myötä itsensä takaisin energiansäästöllä jota syntyy, kun kiinteistön kaikkia talotekniikkajärjestelmiä lämmityksestä valaistukseen voidaan ohjata tarkasti. Pitkällä aikavälillä myös asunnon tai kiinteistön mukautuvuus tuo säästöjä. Valaistusta voidaan lisätä tiettyyn huoneeseen tai kiinteistön osaan tekemättä yhtään uutta valaisimen asennusta. Kun asunto voi mukautua asukkaan sen hetkisiin tarpeisiin, voidaan käyttää termiä SmartHouse.

Kiinteistöautomaatiossa käytetty KNX-järjestelmä ei tarvitse erillistä keskusyksikköä toimiakseen, vaan se tallentaa ohjelmoidun tiedon kuhunkin kenttälaitteeseen. Keskusyksikön järjestelmä on huomattavasti haavoittumattomampi kuin automaatiossa perinteisesti käytetty keskusyksiköllinen järjestelmä. Toisaalta se tuo myös omat ongelmansa vikatilanteessa, mikäli alkuperäistä ohjelmaa ei ole uudelleen ohjelmoitaessa käytettävissä.

KNX on ainoa markkinoilla oleva avoin väyläautomaatiostandardi, jonka toteutumista valvoo kansainvälinen KNX-yhdistys. Valvonnan ja testauksen myötä kaikki laitteet, valmistajasta riippumatta, sopivat toistensa kanssa saumattomasti yhteen. Voidaan siis normaaleista keskuskomponenteista poiketen käyttää esimerkiksi Schneider Electricin linjayhdistintä ja ABB:n valmistamaa USB-porttia ilman ongelmia.

Opinnäytetyöni tarkoitus oli suunnitella, ohjelmoida sekä toteuttaa KNX-järjestelmä moneen erilaiseen kohteeseen ja tutkia niiden välisiä eroja. Ensimmäinen kohteista oli jo olemassa oleva Kuopion Veden vedenpuhdistamon saneeraus, saneerausurakka sisältää useita rakennuksia. Toinen kohteista oli Kuopionlahden Kampus, jonne KNX-järjestelmään täytyi tehdä pieniä ohjelmallisia muutoksia. Kolmantena kohteena oli Kuopion Veden edustustilojen saneerausurakka, joka vastaa suunnilleen laajuudeltaan omakotitaloa. Kaikissa opinnäytetyöni esimerkkikohteissa KNX-järjestelmän ohjelmointiin käytin ETS4-ohjelmaa.

Opinnäytetyön tärkeimpänä tarkoituksena oli opettaa tekijälleen KNX-järjestelmän toimintaa sekä ohjelmointia ETS4-ohjelmalla. Tätä raporttia voidaan käyttää myös eräänlaisena ohjeistuksena henkilölle, jolla ei ole aikaisempaa kokemusta KNX-järjestelmästä tai sen ohjelmoimisesta. Olen pyrkinyt kirjoittamaan pääpiirteet KNX-järjestelmästä, jolloin kokonaisuudesta muodostuisi perusteet kattava kuvaus.

2 Kolmen Sähkö Oy

Opinnäytetyöni tilaajana ja vastaavana sähköurakoitsijana esimerkkikohteissa toimii kuopiolainen sähköalan yritys Kolmen Sähkö Oy. Vuonna 1972 perustettu yritys työllistää tällä hetkellä noin 70 henkilöä. Liikevaihtoa jo kerran sukupolven vaihdoksen tehneellä yrityksellä oli vuonna 2012 noin 12 miljoonaa euroa. Kolmen Sähkö Oy tarjoaa asiakkailleen kaikkia erilaisia sähköalan töitä. (Kolmen Sähkö Oy. 2013)

Kolmen Sähkön palveluita ovat

- sähkö- ja IV-asennukset
- sähkötarvikemyynti
- valaisinmyynti
- sähkölämmitysjärjestelmät
- sähkösuunnittelu
- sähköautomaatio ja instrumentointiasennukset
- sähkö ja automaatio kunnossapito
- paloilmoitinjärjestelmät
- videovalvontajärjestelmät
- kulunvalvontajärjestelmät. (Kolmen Sähkö Oy. 2013)

3 Kiinteistöautomaatio

Vaikka eletään niin sanottua tietokoneaikakautta, ovat ihmisten ajatukset automaatiosta jäykkiä. Kiinteistöautomaatiojärjestelmän ajatellaan olevan kallis ja hankala, toisin sanoen

sellainen, johon kuluttajan ei kannata edes tutustua. Tällaisissa ajatuksissa on totuuspohjaakin, sillä kiinteistöautomaatiojärjestelmä ei ole hankintahinnaltaan edullisin vaihtoehto. Nykyisin kiinteistöautomaatiolla saadaan kuitenkin säädettyä kaikki kodin sähköiset toiminnot ilmanvaihdosta valaistukseen, mikä tuo käyttäjälleen huomattavan edun kiinteistön mukautumisessa ja mukavuudessa. Kiinteistöautomaatiojärjestelmä tuo käyttäjälleen myös säästöjä energiankulutuksessa.

Kiinteistöautomaatiojärjestelmät voidaan jakaa karkeasti kahteen ryhmään, keskusyksiköllisiin ja keskusyksiköttömiin tai avoimiin ja suljettuihin järjestelmiin. Keskusyksikölliset järjestelmät toimivat nimensä mukaisesti siten, että niiden toiminnasta vastaava elin on ohjelmoitu keskusyksikkö. Keskusyksiköttömässä järjestelmässä jokaiseen toimilaitteeseen on ohjelmoitu sen tekemät toiminnot.

Mediassa painotetaan ihmisen hiilijalanjälkeä ja ympäristöystävällisyyttä; toimivan kiinteistöautomaatiojärjestelmän avulla jokainen voi panostaa ympäristöystävällisyyteen kotinsa energiatehokkuudessa. Oikein toimivassa kiinteistöautomaatiojärjestelmässä minimoidaan energiankulutus vähentämättä käyttömukavuutta. Kuluttajan ei myöskään pitäisi unohtaa energiansäästön kautta tulevaa käytönaikaista rahallista säästöä, kun tehdään valintaa kodin sähköistykseen. Kiinteistöautomaatiojärjestelmän avulla voi nimittäin saada aikaan suuriakin säästöjä, järjestelmä maksaa siis itsensä takaisin. Ajateltaessa esimerkkinä kiinteistöautomaatiojärjestelmän käyttäjää joka on paljon poissa kotoa, säästöä syntyy kun poissaolon ajaksi järjestelmästä voidaan ajaa alas kaikki sähköä turhaan vievät laitteet. Myös lämmitys voidaan pudottaa peruslämpöön. Nykyisin voidaan älypuhelimien, tietokoneen tai tabletin avulla hallita kaikkia kodin sähköisiä toimintoja vaikka toiselta puolelta maailmaa.

Käytön aikaista säästöä voidaan synnyttää myös käyttämällä luonnosta saatavaa valoa ja lämpöä päivänvaloautomaatiikan avulla, tällöin vain suunnittelijan mielikuviutus on rajana. Kuopionlahden kampuksella työntekijöiden mukavuuteen on panostettu muun muassa verhomoottoriohjauksella; kun auringonvalo muuttaa suuntaansa muuttuu myös sälekaihtimien asento ikkunoissa. Lisäksi kirkkaalla säällä ikkunoiden läheiset valaisimet himmennetään ja käytetään luonnon omaa valaistusta.

4 KNX-kiinteistöautomaatiojärjestelmä

4.1 KNX -järjestelmän historia

KNX -kiinteistöautomaatiojärjestelmä on KNX -yhdistyksen kehittämä kiinteistöautomaatiojärjestelmä. Järjestelmän kehitys juontaa juurensa 1990-luvun alkupuolelta, jolloin kehitettiin EIB-pohjaista (European Installation Bus) järjestelmää. Myös EHSA (European Home Systems Association) oli jo aiemmin kehittänyt kiinteistönhallintaohjelmia, joilla voitiin ohjata kiinteistön eri toimintoja. Samoilla päämäärillä, samaan aikaan kehitettiin Batibus -järjestelmä, jonka kehittänyt työryhmä oli työskennellyt samankaltaisten verkkokäyttöisten kodinkoneiden parissa. EIB:n, Batibusin sekä EHSA:n fuusioituminen yhdeksi järjestöksi tasoitti KNX-standardin tietä. (KNX Käsikirja asuntojen ja rakennusten ohjauksiin. 2010. s.10)

KNX-tekniikalla toteutetuissa sähköasennuksissa kuorma kytketään päälle epäsuorasti, kun perinteisesti tehdyissä asennuksissa kuorma kytketään aina suoraan tai releen kautta. KNX-järjestelmällä toteutetussa asennuksessa voidaan siirtotienä käyttää parikaapelia, radiotaajuutta tai sähköverkkoa. Lähtökohtana on kuitenkin saada kaikki laitteet ja järjestelmät yhteen verkkoon, jonka välityksellä on mahdollista hallita koko kiinteistöä.

KNX-järjestelmä ei sisällä erillistä keskustietokonetta kuten monissa muissa automaatiojärjestelmissä on, vaan siinä ohjelmoitu tieto tallentuu jokaisen kenttälaitteen mikroprosessoriin. Tällä ominaisuudella on sekä hyvät että huonot puolensa. Hyvänä puolena pidetään järjestelmän haavoittumattomuutta, ja huonona uudelleenohjelmointimahdollisuuden puutetta ilman alkuperäistä ohjelmointitiedostoa. KNX-järjestelmän vioittuessa voidaan vikakohta paikantaa tarkasti tietokoneen ja KNX-liitännän avulla.



Kuvio 1 KNX logo (KNX Finland ry. 2014)

4.2 Tiedonsiirtomahdollisuudet

KNX-järjestelmän kaapeloinnissa ei saa käyttää silmukkarakennetta, mahdolliset käytettävät rakenteet ovat puu-, tähti-, tai väylärakenne. Rakenteen avulla estetään mahdollisesti silmukkaan pyörimään jäävä viesti signaali.

KNX-järjestelmässä voidaan käyttää kolmea eri tiedonsiirtoväylää

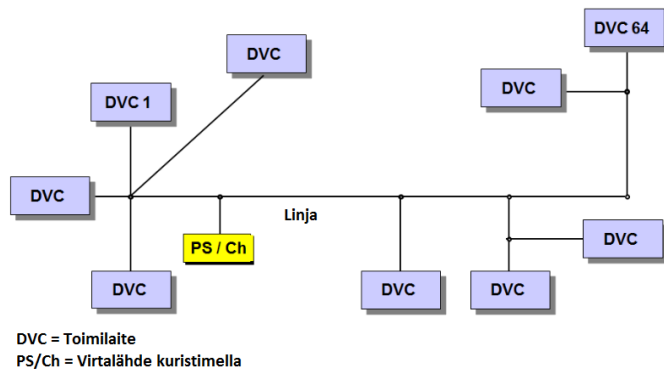
- tiedonsiirto väyläkaapelin kautta (parikaapeli sekä valokaapeli)
- tiedonsiirto sähköverkon kautta (käytetään olemassa olevaa kaapelointia)
- tiedonsiirto radioverkon kautta (taajuusalue 868,3MHz) (KNX-taloautomaatio tuoteluettelo. 2012)

Taulukko 1 Linjassa olevien kaapeleiden pituudet (KNX-taloautomaatio tuoteluettelo. 2012.)

Linjasegmentin pituus.	maks. 1 000 m
Tehonlähteen ja väylälaitteiden välinen etäisyys	maks. 350 m
Kahden virtalähteen välinen etäisyys, kuristimien kanssa	min. 200 m
Kahden väylälaitteen välinen etäisyys	maks. 700 m

4.2.1. Väyläkaapeli siirtotienä

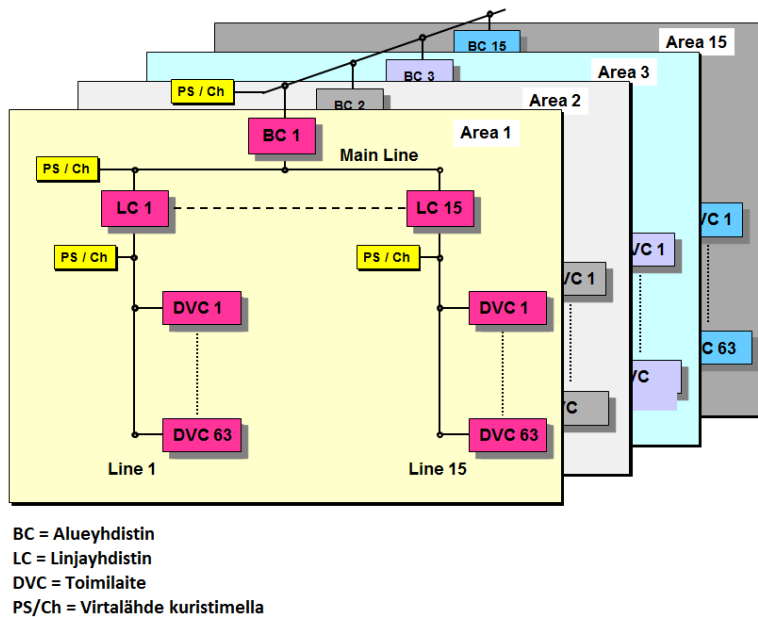
Kaikista yleisin tilanne on käyttää väyläkaapelia siirtotienä kaikille laitteille. Väyläkaapelin muodostama verkko koostuu runkolinjasta, päälinjasta sekä linjasta. Runkolinjaan voidaan kytkeä 15 linjaa sekä 64 toimilaitetta. Käytettävien toimilaitteiden määrästä on kuitenkin vähennettävä alueyhdistimien (AC) määrä. Jokaiseen päälinjaan voidaan kytkeä linjayhdistimen avulla 15 linjaa sekä 64 toimilaitetta, joiden määrästä on kuitenkin vähennettävä linjayhdistimien (LC) määrä. Kaikki linjat voidaan jakaa kolmeksi eri linjaksi linjatoistimen avulla ja kuhunkin linjaan voidaan liittää 64 toimilaitetta. Järjestelmä kokonaisuudessaan voi sisältää 15 aluetta ja enimmillään yli 58 000 toimilaitetta. Vaikka jokaiselle linjalle mahtuu 64 laitetta, kannattaa linjaan jättää mahdollisuus järjestelmän laajentamiselle. Yleisesti suositellaan jätettäväksi laajennusvaraa noin 20 %, jolloin laitteita tulisi yhteen linjaan enintään 51. (KNX Käsikirja asuntojen ja rakennusten ohjauksiin. 2006. 27)



Kuvio 2 Väyläkaapelin linjatopologia (KNX Käsikirja asuntojen ja rakennusten ohjauksiin. 2006. 29)

4.2.2. Väyläkaapelin siirtoteknologia

Laitteiden kytkentäkäskyt sekä muut tiedot liikkuvat väylälaitteiden välillä sanomina. Siirtonopeus laitteiden välillä sekä impulssien tuottaminen ja vastaanottaminen on kehitetty sellaiseksi, ettei väylälinja tarvitse impedanssisovitusta. Tämä antaa väylätopologialle lähes rajattomat mahdollisuudet. Väyläkaapelissa tiedot laitteelta toiselle siirtyvät symmetrisesti. Väylälaite laskee kaapelin molempien johtimien välistä vaihtojännite-eroa. Johtimissa syntyvää häiriösäteilyä ei tarvitse ottaa huomioon, sillä se vaikuttaa kumpaankin johtimeen. Väyläkaapelin avulla saavutettava tiedonsiirtonopeus on 9600 bittiä sekunnissa, tällöin yhden sanoman lähettämiseen kuluva aika on noin 25 ms. Väylälaitteiden välinen tietojen vaihto on tapahtumaohjattu. Yksittäiset tiedot siirtyvät väylälinjassa sarjoitain eli peräkkäin. Linjassa on sen vuoksi väylälaitteesta vain yksi tieto kerrallaan. Luotettavuussyistä käytetään hajautettua väyläyhteyksimenetelmää CSMA/CS (Carrier Sense Multiple Access/Collision Access), eli siirtotien varausmenetelmä, jolloin useat lähettävät laitteet jakavat samaa siirtotietä. Hajautetun väyläyhteyden toiminta perustuu törmäyksien havaitsemiseen väylässä. Törmäykset voidaan havaita etukäteen lähettämällä signaali, joka varaa siirtotien ennen varsinaista dataa. Väylässä voi tapahtua viestien yhteentörmäyksiä, mikäli väylälaitteet pääsevät samanaikaisesti väylään. Yhteentörmäyksien välttämiseksi on tehty väylän varausmenetelmä joka estää sen, ettei mitään tietoja pääse häviämään lähetyksen aikana. (KNX Käsikirja asuntojen ja rakennusten ohjauksiin. 2006. 29)

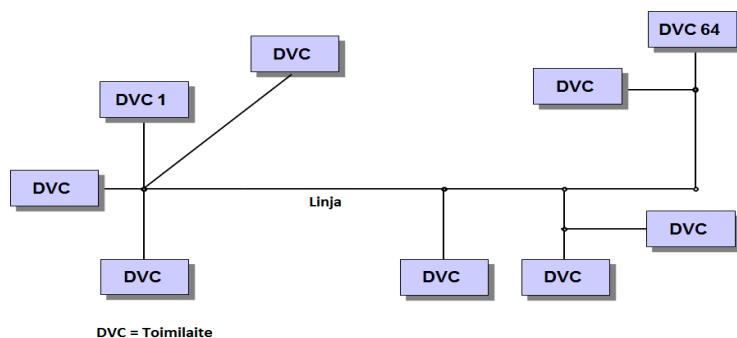


Kuvio 3 Väyläkaapelin KNX-topologia (KNX Käsikirja asuntojen ja rakennusten ohjauksiin. 2006. 29)

4.2.3. Sähköverkko siirtotienä

Esimerkiksi lisäsiirtotienä on mahdollista käyttää 230V sähköverkkoa, tällaisessa tapauksessa on käytettävä kyseiseen tilanteeseen suunniteltuja kenttälaitteita, joita kutsutaan Powerline KNX -tuotteiksi. Tällaisessa tapauksessa ei tarvitse kohteeseen asentaa erillisiä väyläkaapeleita, vaan voidaan siirtotienä käyttää jo asennettuja kaapeleita.

Powerline KNX on erinomainen vaihtoehto saneerauskohteisiin, joissa kaapeleiden uusiminen on liian haasteellista tai budjetti on rajallinen. Tällaisessa kohteessa voidaan käyttää hyväksi olemassa olevaa kaapelointia ja vähentää purkamista sekä säästää kaapelointikustannuksissa. Toimiakseen laitteet vaativat yhden vaiheen sekä nollan kytkemisen, tällöin keskukseen ei myöskään tarvita erillistä virtalähdettä. Erittäin hyvänä puolena Powerline KNX:ssä on, ettei se yleensä rajoita laitteiden välistä etäisyyttä toisistaan, kuten muut siirtotiet. Käytettäessä sähköverkkoa siirtotienä on pienin mahdollinen asennusyksikkö linja ja siihen voidaan kytkeä enintään 255 laitetta. Vaikka KNX Powerline olisi hyvä vaihtoehto saneerauskohteisiin, se on silti erittäin harvoin Suomessa käytetty järjestelmä. (KNX Käsikirja asuntojen ja rakennusten ohjauksiin. 2006. 34)



Kuvio 4 Sähköverkon linjatopologia (KNX Käsikirja asuntojen ja rakennusten ohjauksiin. 2006. 34)

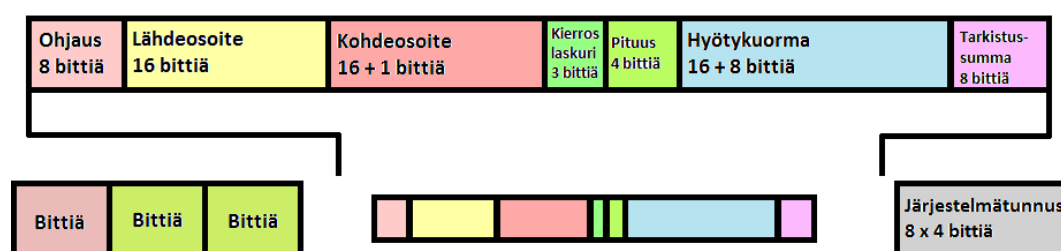
4.2.4. Sähköverkon siirtoteknologia

Alkuperäisessä muodossaan 230 V:n johdotusjärjestelmä ei ole tarkoitettu tietojen siirtoon, tästä syystä Powerline KNX -järjestelmä on sovitettava olemassa olevan järjestelmän olosuhteisiin. Tiedonsiirtoteknillisessä mielessä se on avoinverkko, jonka siirtokäyttäytyminen, impedanssit ja syöttöhäiriöt ovat enimmäkseen tuntemattomia. Powerline KNX tekee tietojensiirrosta luotettavaa ja nopeaa vaikka, suurtaajuussignaaleiden sähköverkon siirto-ominaisuudet ovat usein määrittelemättömiä. Järjestelmä toimii samoin lähettämisen suhteen kuten normaalin väyläkaapelinkin tapauksessa. Käytettäessä Powerline KNX siirtotienä voi jokainen laite lähettää sekä vastaanottaa viestejä, kuitenkin siten että vain yksi viesti siirtotiellä on kerrallaan sallittu. Powerline KNX käyttämä taajuuskaista 95 - 125 kHz, noudattaa standardin EN 50065 vaatimuksia. Sen käyttämät taajuudet ovat 105,6 kHz on looginen 1 ja 115,2 kHz on looginen 0. Tämä tiedonsiirtotekniikka tunnetaan nimellä SFSK eli hajautettuvaihtotaajuuskoodaus. Suurin käytettävissä oleva tiedonsiirtotaso on 116 dB (μ V). Tiedonsiirtonopeus on 1200 bittiä sekunnissa, tällöin sanoman siirto laitteelta toiselle KNX -powerline käytettäessä kestää noin 130 ms. (KNX Käsikirja asuntojen ja rakennusten ohjauksiin. 2006. 37)

Mikäli tiedonsiirron aikana on tapahtunut häiriöitä, voidaan signaali korjata. Kun signaalin sanoma on ymmärretty vastaanottaja lähettää kuittausviestin lähettimelle ja siirtoprosessi päättyy. Mikäli lähetävä laite ei saa vastausviestiä signaalin ymmärtämisestä, se toistaa signaalin uudestaan. Saapuneen signaalin korjaukseen käytetään mallivertailutekniikkaa sekä älykästä korjausmenetelmää, jolloin signaalia verrataan aiemmin perille tulleet signaaleihin. Jos signaali ei kuitenkaan tule vastaanottavalle laitteelle, lähetin toistaa signaali-

lin, viestin saavuttua vastaanottavalaite lähettää vahvistuksen lähettimelle. (KNX Käsikirja asuntojen ja rakennusten ohjauksiin. 2006. 37, KNX1 TP1 TOPOLOGY. PowerPoint -esitys)

Väyläyhteyteen Powerline KNX käyttää hajautettua väyläyhteyksimenetelmää eli CSMA/CA:ta, kuten silloinkin kun järjestelmä on toteutettu väyläkaapelilla. Väyläyhteys toimii Powerline KNX tapauksessa samalla tavoin, kuten väyläkaapelia siirtotienä käytettäessä. (KNX Käsikirja asuntojen ja rakennusten ohjauksiin. 2010. 38)



Kuvio 5 Sanoman rakenne PL110 (KNX Käsikirja asuntojen ja rakennusten ohjauksiin. 2006. 38)

4.2.5. Radioverkko siirtotienä

Kun käytetään radioverkkoa KNX-järjestelmän siirtotienä, ei laitteita tarvitse sijoittaa hierarkkiseen järjestykseen. Radiosignaalien avulla jokainen laite voi keskustella jokaisen kytimen kanssa, radiosignaalin kantomatkan sisällä. Kaikki radiotaajuudella toimivat KNX-laitteet voivat ottaa vastaan lähetettyä signaalia. Tämän takia radiolähtimet lähettävät sarjanumeronsa laitetunnuksena osana sanomaa. Vain vastaanottimet, jotka on ohjelmoitu kyseiseen lähettimeen, reagoivat signaaliin ja muuttavat näin ollen tilatietoaan. Signaalin kantomatkaa rajoittavat rakenteelliset seikat kuten seinät, katot ja jopa huonekalut. Kantomatkaa voidaan kuitenkin pidentää välivahvistimilla, samaa tekniikkaa käyttämällä voidaan signaalia myös siirtää eri huoneisiin ja kerroksiin. (KNX Käsikirja asuntojen ja rakennusten ohjauksiin. 2010. 40)

4.2.6. Radioverkon siirtoteknologia

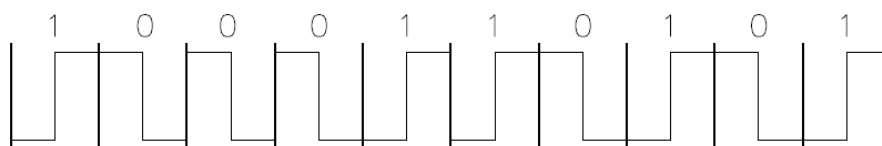
Radioteknologiassa siirrettävät tiedot yhdistetään kantotaajuuteen eli moduloidaan. Tiedot välittyvät eri tavoin laitteelta toiselle:

- kantoaallon voimakkuuden vaihteluina (amplitudimodulaatio)

- taajuuden vaihteluna (taajuusmodulaatio)
- vaihesiirtona (vaihemodulaatio)
- tai eri modulaatioiden yhdistelmänä.

Vastaanottavan laitteen saama signaali täytyy demoduloida, jotta laite ymmärtää saapuneen viestin merkityksen. (KNX Käsikirja asuntojen ja rakennusten ohjauksiin. 2010. 41)

KNX-radiojärjestelmässä käytettävä modulointimenetelmä on joko taajuusmodulaatio tai vaihtotaajuuskoodaus. Looginen nolla sekä looginen 1 muodostetaan vähäisellä poikkeamalla verrattuna keskitaajuudesta. KNX-radiojärjestelmässä käytetään keskitaajuutena 868,30 MHz. Siirrettävän tiedon siirtonopeus eli bittinopeus on 16 384 bittiä sekunnissa ja se moduloidaan Manchester-koodin mukaan. Manchester koodissa pulssinreunan tila vaihtuu "0":sta "1":een tai "1":stä "0":aan aina tietobitin keskellä. (KNX Käsikirja asuntojen ja rakennusten ohjauksiin. 2010. s.41)



Kuvio 6 Manchester-koodi (Digitaalisignaalin koodaus. Honkanen H)

Manchester-koodauksen avulla lähettimet sekä vastaanottimet on helppo synkronoida. KNX-radiojärjestelmän lähetystaajuus on ISM -taajuusalueella sillä sen käyttö on sallittua teollisuudessa, tieteessä sekä lääketieteessä. Tällä kaistalla tapahtuvien käyttösovellusten taajuusalueet on tarkasti määritelty, suurin lähetysteho on määritelty 12 mW:iin.

Jotta häiriösignaalit eivät tukkisi käytettävää radiokanavaa, lähetin lähettää jatkuvasti viestiä laitteille. Koska radiokanava ei voi tukkeutua, oletetaan että lähetetyt viestit menevät perille vastaanottajalle. (KNX Käsikirja asuntojen ja rakennusten ohjauksiin. 2010. 42)

4.3 Energiansäästö, turvallisuus ja mukavuus

Kun rakennuksessa käytetään yhtenäistä väyläpohjaista järjestelmää, saadaan kiinteistössä aikaan merkittävää energiansäästöä.

Jokaisen huoneen lämpötila on säädettävissä erikseen, jolloin saadaan lämmitykseen kuuluva energia rajattua tarkasti. Lämpötilan huonekohtainen säätö tulee tarpeelliseksi myös

tilanteessa, jossa huoneen käyttötarkoitusta muutetaan. Valaistus ohjataan toimimaan päivänvaloautomaatiikan avulla, eli kun valon arvo ylittää tietyn määrän, verhot avautuvat ja sisävalaistus himmenee. (KNX-taloautomaatio järjestelmäopas. Viitattu 6.4.2014.)

Taulukko 2 Energiansäästö KNX-järjestelmällä (KNX-taloautomaatio järjestelmäopas. Viitattu 6.4.2014.)

Huonelämpötilan ohjaus	noin 14 - 25 %
Lämmityksen automatisointi	noin 7 - 17 %
Aurinkosuojauksen automatisointi	noin 9 - 32 %
Päivänvalon hyväksikäyttö valaistuksessa	noin 25 - 58 %
Ilmastoinnin automatisointi	noin 20 - 45 %

KNX-järjestelmää voidaan käyttää myös kodin turvalaitteena: kun kiinteistö on tyhjä valot syttyvät päälle tietyksi ajaksi ennalta ohjelmoituun kellonaikaan. Kodin lukitus on myös ohjelmoitavissa KNX ohjatuksi, tällöin lukon avauksesta tulee ilmoitus puhelimeen. Valvottuun kiinteistöön on mahdollista toteuttaa kameravalvonta KNX-järjestelmällä, jolloin saadaan reaaliaikaista kuvaa kamerasta älypuhelimeen tai tietokoneeseen. Osa tai kaikki kiinteistön pistorasiat voidaan kytkeä pois päältä, kun asunnosta poistutaan, näin ei kahvinkeitin tai hellanlevy jää päälle. Myös hälytykset olisi mahdollista ohjata suoraan hälytyskeskukseen, mutta tämän rajapinnan hälytysliikkeet haluavat pitää itsellään. (KNX-taloautomaatio järjestelmäopas. Viitattu 6.4.2014, Äly tuli taloon. Viitattu 16.4.2014)

Jos valitaan IR-tunnistimella olevat painikkeet ja laitteet ohjaukseen, voidaan ohjata esimerkiksi valaistusta ja verhoja kaukosäätimen avulla nousematta sohvalta ylös. Makuuhuoneen lämpötilan pitäisi suositusten mukaan olla 18 astetta. Tämä pystytään KNX-järjestelmällä toteuttamaan tarkasti. Voidaan esimerkiksi tehdä tilanneohjaukset jokaiselle kuukaudelle aiempien vuosien lämpötilojen mukaan, tai ohjelmoida lämpötila muuttuvaksi anturilta saatavan tiedon mukaan. (KNX-taloautomaatio järjestelmäopas. Viitattu 6.4.2014)

5 KNX-väylälaitteet

5.1 Virtalähde

Virtalähde valitaan kohteen laajuuden mukaan, sen valinnassa täytyy myös muistaa ottaa huomioon mahdollinen järjestelmän laajentaminen.

Valittavissa olevat virtalähteet ovat

- 640 mA
- 320 mA
- 160 mA.

KNX-järjestelmässä on korkeintaan 29 V:n pienjännite SELV (Safety Extra Low Voltage). Käytännössä jännite on kuitenkin yleensä noin 30 V, jolloin otetaan huomioon mahdollinen jännitteen alenema. Väylä on siten erotettu sähköverkkojärjestelmästä ja käyttäjä voi turvallisesti koskettaa väyläkaapelia.

Virtalähde noudattaa standardin DIN EN 50 090 vaatimuksia ja se on virtarajoitettu väylän puolelta sekä oikosulkusuojattu. Virtalähteessä on sisäänrakennettu kuristin ja se toimii vastuskuormana väyläsanomille, jolloin signaalit eivät vaimene väylässä. Virtalähteen toista kuristamatonta ulostuloa voidaan käyttää välissä olevan kuristimen yhteydessä lisälinjan syöttämiseen. Nykyään jännite nostetaan jännitteen aleneman huomioimiseksi 30 V tasolle. SELV- ja PELV -järjestelmän (Protective Extra Low Voltage) jännitelähteinä käytetään yleensä suojajännitemuuntajaa, joka täyttää standardin SFS-EN 60 742 ”Suojaerotusmuuntajat ja suojajännitemuuntajat rakenne ja koestus” vaatimukset. (KNX Käsikirja asuntojen ja rakennusten ohjauksiin. 2010. 33)

5.2 Linjayhdistin ja linjatoistin

Linjayhdistin asennetaan keskuksen DIN-kiskoon ja sen tehtävä on yhdistää runkolinja päälinjaan tai päälinja linjaan. Sen toimintaperiaate on, että se lähettää kaikki sanomat eteenpäin.

Yhdistimen vanhassa versiossa portti yksi on kytketty väyläliittimeen ja toinen portti on kytketty datakiskoon tai väyläliittimeen. Linjayhdistimen uudessa versiossa (heinäkuusta 2003 eteenpäin) kummatkin portit voidaan ohjelmoida liitettäväksi kumpaan tahansa. Vanhassa versiossa toiselta portilta saadaan virtaa linjakytkentä yksikölle, logiikalle sekä suodatintaulukon muistille. Uudessa versiossa on se etu, että siinä on vain yksi ohjausyksikkö, jota syötetään ensisijaisesta linjasta. Tällöin toista linjaa voidaan käyttää mahdollisista katkoista raportoimiseen. Uusi versio linjayhdistimestä on myös varustettu flash-muistilla, jolloin varavirtalähteeksi ei enää tarvita paristoa kuten vanhassa versiossa. Linjatoistimen tehtävä KNX-järjestelmässä on hyvin yksinkertainen, se lähettää kaikki saamansa sanomat eteenpäin. Linjatoistimella saadaan kuitenkin lisättyä väylän pituutta. (KNX TP1 Topology. Viitattu 9.4.2014)



Kuvio 7 Linjayhdistin (KNX-taloautomaatio tuoteluettelo. Viitattu 6.4.2014)

Linjayhdistimistä voidaan valita joko

- LK/S 4.1 (vanha versio) tai
- LK/S 4.2 (uusi versio)

5.3 Kytkinyksikkö

Kytkinyksikön tehtävä KNX-järjestelmässä on kytkeä kuormat päälle tai pois päältä, halutun toiminnon mukaan. Toiminnot ohjataan ryhmittäin potentiaali vapailta koskettimilla. Kytkinyksikön kuormat on mahdollista johdottaa suoraan koskettimille, mutta normaalisti johdotus tehdään keskuksen riviliittimille minne kuormat kytketään.

Kytkeyksiköiden releiden nimellisvirta on 6 A:n, 10 A:n tai 16 A. 16 A:n kapasitiivisella kuormalla toimivia kytkeyksiköitä on valittavissa:

- 2-kanavaisia (SA/S 2.16.2.1)
- 4-kanavaisia (SA/S 4.16.2.1)
- 8-kanavaisia (SA/S 8.16.2.1)
- 12-kanavaisia (SA/S 12.16.2.1).

Kytkeyksikön releet on mahdollista ohjelmoida erilaisiin käyttötarkoituksiin, kuten sytytys- ja sammutusviiveet, loogiset muuttujat sekä porrasvaloautomaatit. Myös releiden pakko-ohjaus on tehtävissä jokaiselle kanavalle, ilman pakko-ohjauksen poistamista ei mikään käsky väylältä saa kanavaa muuttamaan tilaansa. Jännite- ja/tai väyläjännitekatkon jälkeen tapahtuva toiminto on mahdollista asettaa releille etukäteen. (Ensto uuden sukupolven väyläohjatut toimilaitteet taloautomaatioon, KNX-taloautomaatio tuoteluettelo. Viitattu 6.4.2014)



Kuvio 8 ABB:n KNX kytkeyksikkö 4-kanavainen (KNX-taloautomaatio tuoteluettelo. Viitattu 6.4.2014)

5.4 Dali-säädin

Dali perustuu digitaaliseen ohjaussignaaliin, jota ohjataan valonsäätimillä. Jotta valaisinta voitaisiin säätää Dali-säätimellä, siitä on löydettävä ohjattava elektroninen liitäntälaitte. Daliin liitettäville laitteille on annettava yksilölliset osoitteet, ryhmätunnukset, himmennysajat sekä kaikkien valaistustilanteiden asetusarvot. Dali-yksikkö liitetään keskuksessa DIN-kiskoon kuten KNX -laitteetkin. KNX -järjestelmään liitettäviä Dali-laitteita ei kuitenkaan pidä sekoittaa erilliseen Dali-järjestelmään, vaikka sekin on rajapinnan kautta liitettävä.

vissä KNX -järjestelmään. (KNX Käsikirja asuntojen ja rakennusten ohjauksiin. 2010. 125, KNX/Dali rajapinta käyttöohjeet. viitattu 23.4.2014)



Kuvio 9 1-kanavainen Dali-säädin (KNX-taloautomaatio tuoteluettelo. Viitattu 6.4.2014)

Uusin KNX:n Dali-valonsäädin sisältää myös poistumistievalaistuksen ohjauksen.

Dali-säätimen toimintaa on kuvailtu tarkemmin raportin Rajapintoja koskevassa kappaleessa (ks. kappale 8.2).

5.5 Vastaanottimet

Binäärivastaanottimissa yhdellä sovellusohjelmalla voidaan valita kanavakohtaisesti esimerkiksi seuraavat toiminnot:

- kytkentä päälle tai pois sekä esimerkiksi valaistuksen säätö pitkällä painalluksella
- verhomootoreiden ja markiisien ohjaukset
- valaistuksen säätö arvon mukaan, esimerkiksi 80 %
- tilanneohjauksen aktivointi normaalilla painonapilla
- laskuritoiminnot
- potentiaalivapaan kontaktin toiminta.

5.6 USB-portti

KNX-järjestelmässä USB-porttia käytetään järjestelmän käyttöönotossa. USB-portin kautta saadaan muodostettua yhteys ETS ohjelman ja järjestelmän välille. Käyttöönotossa kenttälaitteille ohjelmoidut tiedot ladataan laitteisiin USB-portin kautta. Poiketen muista järjestelmän laitteista USB-porttia ei tarvitse ohjelmoida käyttöönoton yhteydessä. USB-portti ei kuitenkaan ole välttämätön hankinta, riittää että urakoitsija liittää oman porttinsa kiinni väylään käyttöönoton ajaksi.



Kuvio 10 USB-portti(KNX-taloautomaatio tuoteluettelo. Viitattu 6.4.2014)

6 KNX-kenttälaitteet

6.1 Kaapelointi

KNX-järjestelmän kaapelointi toteutetaan usein KLMA 4x0,8+0,8 kaapelilla, jolloin kaapelin neljästä johtimesta käytetään vain kahta. Syy nelinkertaisen, kierretyn parikaapelin käyttöön löytyy muuttuvista tarpeista, jolloin ei tarvitse asentaa uutta kaapelia, vaan voidaan ottaa aiemmin asennetun kaapelin toinen pari käyttöön. Myös jotkin laitteet vaativat erillisen virtalähteen, jolloin nelinkertaisen kaapelin kaksi ylimääräistä johdinta voidaan käyttää virtalähteen syöttöön.

Väyläkaapelina voi olla esimerkiksi

- KLMA 4x0,8+0,8
- KLM 4x0,8
- Nomak 2x2x0,5
- Jamak 2x(2+1)+0,5

KLMA 4x0,8+0,8 on yleisin käytetyistä kaapelityypeistä. Nomak 2x2x0,5 tai Jamak 2x(2+1)+0,5 kaapelointia käytetään todella harvoin, koska ne ovat monisäikeisiä kaapeleita. Näin ollen ne eivät sovellu käytettäväksi ilman sopivia liittimiä, sillä KNX-liittimet on suunniteltu käytettäväksi yksisäikeisillä kaapeleilla.

KNX-järjestelmän kaapelina voidaan käyttää myös normaalin sähköverkon kaapelointia, tällöin puhutaan niin sanotusta KNX Powerlinesta. Sähköverkon kaapelointi on hyvä vaihtoehto, silloin kun kyseessä on esimerkiksi yhden tai useamman laitteen laajuinen järjestelmän laajennus. Kaapelointi on mahdollista toteuttaa myös valokaapelin avulla, tällöin voidaan käyttää pidempiä tiedonsiirtomatkoja ilman välivahvistimia.

6.2 Kalustesarjat

KNX-järjestelmään on tällä hetkellä markkinoilta saatavilla useita erilaista kaluste sarjoja.

ABB:ltä on saatavilla:

- Busch-PriOn®
- Busch-triton®
- IMPRESSIVO®.

Ulkonäöltään jokainen saatavilla oleva sarja on yksilöllinen, mutta niistä löytyy kuitenkin paljon yhtäläisyyksiä. Jokaisessa sarjassa painikkeiden toiminnot on säädettävissä ohjelmallisesti toiveiden mukaiseksi.

Busch-PriOn® on KNX-järjestelmään saatavista kalustesarjoista näyttävin, valittavissa on neljä eri väriä sekä TFT-näytöllinen painike kokonaisuus. Näytöltä voi säätää kaikkia kodin sähköisiä toimintoja ja siihen on mahdollista asettaa 121 eri toimintoa. Näytöltä on mahdollista aloittaa ennalta ohjelmoitu tilanne, kuten elokuvan katselu, joka voi esimerkiksi vähentää valaistusta merkittävästi ja sulkea verhot. Busch-PriOn® on lisäksi rakenteeltaan modulaarinen, jolloin eri osia voidaan yhdistellä ja näin toteuttaa yksilöllisiä huonekokonaisuuksia.

Busch-triton® sarjassa valittavissa on kolme eri värivaihtoehtoa painikkeille ja jokaisessa painikkeessa on tekstille varattu kenttä merkintöjä varten. Erikoisuutena sarjassa on kaikissa painikkeissa oleva IR-vastaanotin, jonka avulla voidaan toteuttaa langattomat ohjaukset. Kuten Busch-PriOn® sarjassa myös Busch-triton® sarjassa kolme- ja viisiosaiset painikkeet voidaan vaihtaa huonetermostaateiksi.

IMPRESSIVO® sarjan painikkeet ovat yhteneviä saman sarjan asennuskalusteiden kanssa, jolloin sillä on helppo toteuttaa yhdenmukainen sähköistys koko kiinteistöön. IMPRESSIVO® sarjan tuotteita voi käyttää sekä kuivan että kostean tilan asennuksissa, niin pinta- kuin uppoasennuksena. (KNX-taloautomaatio tuoteluettelo. 2012.)

6.3 Läsnaölo- ja liiketunnistin

Läsnaölo- ja liiketunnistin perustuu passiiviseen infrapunatekniikkaan, joka tunnistaa nopeat infrapunavaihtelut. Tällaiset vaihtelut johtuvat lämmönlähteen liikkeestä. Tunnistamiseen on olemassa myös muita vaihtoehtoja, kuten esimerkiksi ultraääni- ja mikroaaltotunnistin. Tunnistin voi olla myös yhdistelmätunnistin, jolloin samassa tunnistimessa on kaksi tai useampia kanavia ja näin ollen myös enemmän ominaisuuksia. Kanavan määrittelyllä, voidaan määritellä tunnistimen toiminta. Läsnaölo- ja liiketunnistin eroavat toisistaan, siten että liiketunnistimen kattavuus ei ole yhtä tiheä kuin läsnaölotunnistimen, se tarvitsee myös toimiakseen enemmän liikettä. (Läsnaölo- ja liiketunnistimet. Viitattu 24.4.2014)

Opinnäytetyöni esimerkkikohteissa käytettiin ABB:n valmistamia infrapunatunnistimia, joiden toiminta perustuu passiiviseen infrapunatunnistintekniikkaan (PIR).



Kuvio 11 Läsnaölotunnistin (Läsnaölo- ja liiketunnistimet. Viitattu 24.4.2014)

Läsnaölotunnistin havaitsee liikkeen ja lähettää kytkinyksikölle käskyn sytyttää valaistus. Ohjelmointivaiheessa on läsnaölotunnistimeen valittavissa sektorit, joita se valvoo. Käyttämällä tunnistimia saadaan aikaan säästöjä sähkölaskussa ja lampujen käyttöiät pidentyvät merkittävästi. (Läsnaölo- ja liiketunnistimet. Viitattu 24.4.2014.)

6.4 Sääasema

Sääasema mittaa ulkona olevaa valontasoa, lämpötilaa sekä tuulenvoimakkuutta ja tunnistaa myös sateen. Sääasemaa voidaan käyttää valaistuksen ohjaukseen, verhojen sulkemiseen, mittaustietojen näyttämiseen puhelimesta tai kosketusnäytöllä. Sääasemat tarvitsevat usein KNX-väylän lisäksi erillisen käyttöjännitteen. Kuviossa 13 oleva ABB:n sääasema tarvitsee 230 V käyttöjännitteen. (Sää asema Basic. Viitattu 24.4.2014)



Kuvio 12 KNX-järjestelmään liitettävä sää asema (Sää asema Basic. Viitattu 24.4.2014)

7 FreeAtHome kiinteistöautomaatiojärjestelmä

Opinnäytetyöprojektini aikana kansainvälinen sähköjätti ABB toi markkinoille uuden kiinteistöautomaatiojärjestelmän FreeAtHomen. Järjestelmä on suunniteltu täyttämään omakotitalojen kasvavan kiinteistöautomaatiotarpeen. FreeAtHome on toiminnaltaan lähes identtinen KNX-järjestelmään kanssa, mutta siihen ei kuitenkaan voida liittää KNX-laitteita.

FreeAtHomeen voidaan liittää kaiken kaikkiaan 64 eri laitetta. Olin jo hieman mielessäni ehtinyt miettiä, miksei markkinoilla ole edullisempaa, nimenomaan omakotitaloihin tai kerrostaloihin suunnattua järjestelmää.

8 Rajapinta

8.1 BACnet rajapinta

BACnet tietoliikenne protokolla on kehitetty kiinteistöautomaation sekä ohjausverkkojen tarpeisiin, hoitamaan järjestelmiä yleisellä hallintatasolla. Koska se soveltuu lämmityksen, ilmastoinnin, ilmanvaihdon, valaistuksen ohjaukseen, sekä turvallisuus- ja palohälytysteknologiaan, sitä ei kannata käyttää kuin suurimmissa kiinteistöissä. On olemassa KNX:n sanoman suoraan BACnet -protokollaan siirtäviä suoria yhdyskäytäviä. BACnetin ja KNX-yhdistyksen edustajien aikaansaama yhteinen standardoitu rajapinta, sen tarkoituksena oli tehdä kyseisestä rajapinnasta suosituin BACnetin ja KNX:n välillä. (KNX Käsikirja asuntojen ja rakennusten ohjauksiin. 2006. 127)

8.2 DALI rajapinta

DALI eli digitaalinen osoitteellinen valaistuskäyttöliittymä on suunniteltu huonekohtaiseen valaistuksen ohjaukseen. KNX-järjestelmään DALI liitetään yhdyskäytävää käyttäen ja asennuksen ohjelmointi tehdään ETS-ohjelmalla, kuten KNX-tuotteillakin. (KNX Käsikirja asuntojen ja rakennusten ohjauksiin. 2006. 127)

Valmiseen KNX DALI-rajapintaan voidaan liittää enintään 64-liitäntälaitetta, tällöin rajapinta toimii samalla virtalähteenä. Kun käytetään DALI/KNX -rajapintaa, voidaan valaistusta ohjata yksittäin tai ryhmässä kuitenkin siten, että yhdessä ryhmässä voi olla enintään 16 valaisinta. Rajapinta pitää sisällään useita eri toimintoja kuten kehittynyt vikadiagnostiikka ja uusien lamppujen sisäänajo toiminto. (KNX/Dali rajapinta käyttöohjeet. Viitattu 16.4.2014.)

8.3 DMX rajapinta

USITT eli United States Institute for Theatre Technology toi DMX512: n markkinoille vuonna 1990. Digital Multiplex on suunniteltu näyttämöille ja sitä on käytetty yleisenä standardina valaistuksen ohjausjärjestelmissä jo useita vuosia. Koska DMX512 on standardisoitu DIN 56930:ssa ja saavuttanut sen myötä myös suuren suosion, on siihen saatavilla lukuisia komponentteja. DMX512 pystyy 250 kbit/s:n siirtonopeuteen ja on siten soveltuva valaistuksenohjausjärjestelmiin. Markkinoilta on saatavissa useita erilaisia laitteita, joilla DMX-laitteet voidaan kytkeä KNX-järjestelmään.

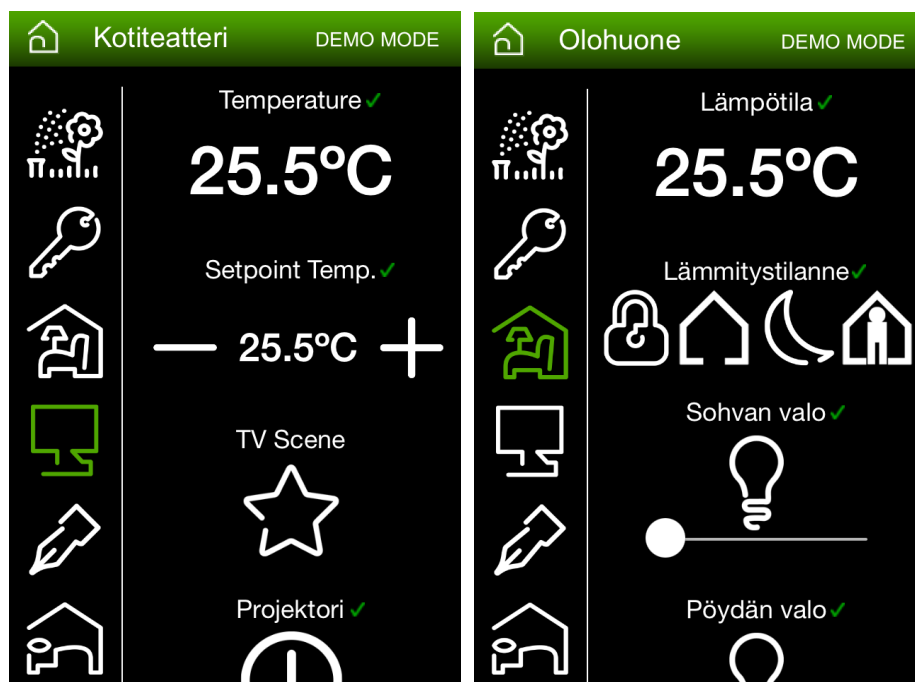
DMX:n liittäminen KNX-kiinteistöautomaatiojärjestelmään mahdollistaa

- käytön lähes mistä tahansa paikasta asennusta
- lisätoimintojen kytkemisen järjestelmään
- fyysisten kenttälaitteiden yhdistämisen
- valon määrästä riippuvan ohjauksen.

8.4 IP ja internet rajapinta

Suurissa kohteissa käytetään hyödyksi IP-verkkoja ja internetyhteyttä KNX:n sanomien jakamiseen KNX-verkon sisällä. Tästä prosessista käytetään nimeä KNX/IP-reititys. KNX-järjestelmä on mahdollista linkittää internettiin epäsuorasti käyttöliittymän kautta, tällöin kirjaudutaan palvelun tarjoajan verkkosivuille ja luodaan yhteys sitä kautta. KNX-järjestelmän tietoja on mahdollista etsiä vakioselaimen avulla. (KNX Käsikirja asuntojen ja rakennusten ohjauksiin. 2010. 128)

Mobiili laitteeseen siirrettävä käyttöliittymä tehdään InSideControl Builder ohjelmalla. InSideControl IP-rajapinnan avulla voidaan etäkäyttää KNX- tai EIB-järjestelmän toimintoja älylaitteiden avulla. Täysin maksuton InSideControl sovellus on ladattavissa appstoresta tai google play-kaupasta. Rajapinnan avulla voidaan tehdä myös KNX-järjestelmän käyttöönotto ETS-ohjelmalla. Rajapinna toimimiseen tarvitaan lisäksi virtalähde 24VDC/0,4A (28 203 52) tai POE (Power Over Ethernet). (Schneiderin internet katalogi nro 8)



Kuvio 13 Schneiderin InSideControl sovellus

Schneiderin InSideControl-sovelluksella on mahdollista kontrolloida koko KNX- järjestelmää älypuhelimella tai tabletilla. Siihen on mahdollista saada myös live-kuvaa valvontakameroista, jolloin esimerkiksi hälytyksen tullessa voi tarkastaa onko hälytys aiheellinen.

8.5 KNX OPC -selain

OPC eli OLE for Process Control, lyhenne OLE tulee sanoista objektin linkittäminen ja upotus. OPC-protokolla on kansainvälinen teollisuudessa käytetty standardi, sen avulla on mahdollista yhdistää yhteen tietokonejärjestelmään eri valmistajien tuotteita. OPC-standardin riippumattoman rajapinnan ansiosta protokolla on riippumaton OLE:sta ja Windowsista. (KNX Käsikirja asuntojen ja rakennusten ohjauksiin. 2010. 129)

8.6 SMI rajapinta

SMI eli Standard Motor Interface on kehitetty sähkömoottorilla toimivia järjestelmiä varten. Niiden käyttölaiteessa on oltava integroitu elektroninen piiri, johon rajapinta on mahdollista liittää. Kytkentä toteutetaan 5-säikeisellä kaapelilla, jolloin laitteeseen kiinni tulevalle virtalähteelle saadaan tietoa 2400 bit/s:ssa. Yhteen SMI ryhmään on mahdollista liittää 16 keskenään toimivaa, mutta erikseen ohjattavaa SMI-laitetta. Laitteiden välinen

kytkentä toteutetaan siten, että KNX-järjestelmään pystytään asettamaan niiden ominaisuudet. (KNX Käsikirja asuntojen ja rakennusten ohjauksiin. 2010. 130)

8.7 UPnP rajapinta

UPnP eli Universal Plug and Play on kokoelma verkkoprotokollia ja tietomuotoja. Tarkoituksena UPnP:llä on saada eri valmistajien laitteet toimimaan saumattomasti yhdessä. Yhteen toiminta ei ole ongelma, sillä UPnP-laitteet eivät tarvitse ajureita toimiakseen.

UPnP-laitteet lähettävät viestinsä rakenteellisena kuvauskielenä XML:n, viesti sisältää tiedon laitteesta ja sen toiminnasta. Liitos KNX-järjestelmään toteutetaan KNX/UPnP -yhdykskäytävällä, sen välityksellä järjestelmät pystyvät vaihtamaan tietoja keskenään. (KNX Käsikirja asuntojen ja rakennusten ohjauksiin. 2010. 130)

9 KNX-järjestelmän suunnittelu Kuopion Vedelle

Kuopion Veden edustustiloihin kaivattiin päivitystä ja näyttävää yleisilmettä kaikilta osin. Tutustuminen kohteeseen tapahtui Kuopion Veden sähköinsinöörin, Markus Haposen opastuksella. Arkkitehti Saara Repo Arkkityypit Oy:ltä toimitti edustustilan rakenteita ja pintoja koskevan saneeraussuunnitelman sekä sisustussuunnitelman, minkä pohjalle suunnitelma tehtiin. Urakassa oli tarkoitus uusia puutalo arkkitehdin suunnitelmien mukaan sisäpuolen pinnoilta lähes kokonaan. Koska tavoitteena oli saada edustavat puitteet myös sähköjärjestelmien osalta, valittiin käytettäväksi KNX-järjestelmä. Hirsirunkoiseen taloon ei voitu putkittaa kaapelia joka paikkaan. Lisäksi haluttiin välttää kaapeleiden pinta-asennusta, joten osittain väyläksi suunniteltiin käytettäväksi radioverkkoa.

Arkkitehdin suunnittelemat valaistuksen suhteen tuottivat osaan tiloista likaa valaistusta ja toisiin kohti huomattavasti liian vähän. Vähäisen valaisutehon takia valittiin kattoon upotettavat led-valaisimet arkkitehdin suunnittelemien design-valaisimien lisäksi. Koska edustustiloja käytetään virkistymispäivien vietossa sekä kokousten pitämiseen, oli tarpeel-

lista saada valaistusta säädettyä tilanteesta riippuen. Edustustilat on rakennettu vanhaan vesilaitoksen vartijan asuntoon, halusin valaista sen myös ulkopuolelta maahan upotettavilla spotti-valaisimilla. Rakennus sai näin näyttävän ulkoilmeen myös pimeään vuodenaikaan. Tilaaja halusi kohteen saneerauksessa minimoida seinien purkamisen sekä käyttää hyödyksi mahdollisia vanhoja putkituksia. Näin saatiin aikaan rakennustöissä merkittäviä säästöjä. Looginen valinta oli käyttää väylätekniikan rinnalla KNX-radiotekniikkaa, jolloin osa painonapeista saatiin laitettua seinään ilman kaapelointia.

Valaisin sijoittelun jälkeen, siirryin suunnittelemaan keskukseen sijoitettavia KNX-järjestelmän laitteita. Käytetty virtalähde on tyypiltään SV/30.320.5, 320 mA (Liite 1, liite 6) virtalähde valittiin, jotta tarpeen muuttuessa olisi olemassa laajennusvaraa. Linjayhdistin oli tyyppiä LK/S.4.1 (Liite 1, liite 6), eli uudempi flash-muistilla varustettu malli. Vaikka kyseessä oli kohtalaisen pieni KNX-järjestelmälle suunniteltava kohde, otettiin silti suunnitelmaan mukaan USB-portti (Liite 1, liite 6). Olisi riittänyt, että käyttöönoton suorittava henkilö ottaa kohteeseen oman USB-portin mukaansa. Arkkitehti suunnitelmasta johtuen ei kohteeseen mahtunut Dali ohjattuja valaisimia, piti ohjaus toteuttaa kytkinyksikköjen (SA/S12.16.5.1 ja SA/S8.16.5.1) sekä säätimien (UD/S2.300.2) avulla. Valitsin säädettäviksi valoiksi salin, salongin, sekä sauna-tilojen valaisimet. (Liitteet 1, 6, 7 ja 8) Dali ohjatut valaisimin täytyy olla varustettuja Dali-liitännällä, mikä kasvattaa valaisimen fyysistä kokoa. Yksiosaisien (Impresivo 6125/01-84-500) painonappien sekä kaksiosaisien (Impresivo 6125/01-84-500) painonappien lisäksi käytettiin radiotaajuudella toimivia langattomia painonappeja (1786RF-84) (liite 1, liite 3, liite 4). Salongin, salin ja kamarin (Liite 3) painonapit toimivat langattomasti, radiotaajuuden avulla viestinsä lähettävillä painikkeilla. Eteistiloihin lisättiin 360° läsnäolotunnistimet (Liite 1, liite 3), jotta sisään tultaessa valot syttyisivät automaattisesti.

10 Ohjelmointi Lehtoniemen jätevedenpuhdistamolle

10.1 Perustietoa ETS4-ohjelmasta

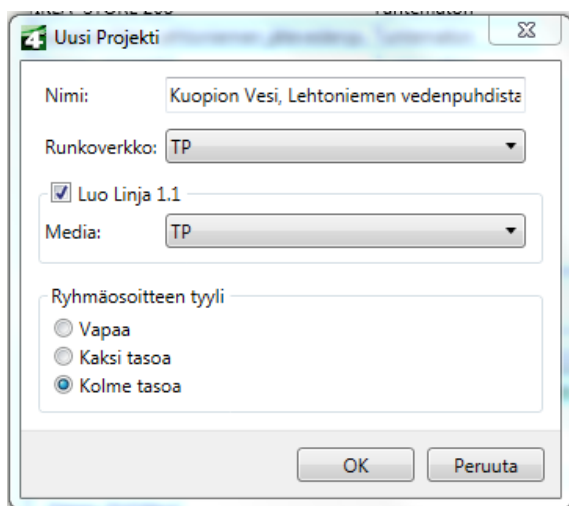
ETS-ohjelmat ovat olleet saatavilla yhtä pitkään KNX-järjestelmän kanssa, ensimmäinen ETS-ohjelma ilmestyi vuonna 1993. Tällä hetkellä käytettävä ETS:n versio on ETS4, seuraa-va versio ETS:stä on jo ilmestynyt(ETS5). Aiemmassa versiossa on ollut ongelmana ohjel-man kaatuileminen, joka on tiedostettu ja luvattu korjata ohjelman uudessa versiossa. Tällä hetkellä saatavat ETS4 versiot:

- ETS4 Demo: ilmainen testi- ja kokeiluversio pienille testiprojekteille (3 laitetta)
- ETS4 Lite: pienistä keskisuuriin projekteihin (20 laitetta)
- ETS4 Professional: kattaa kaiken kokoiset projektit ja toiminnot (tässä työssä käytetty versio)

Lisenssin ETS4-ohjelmaan voidaan ostaa tietokonekohtainen, internetistä ladattava lisenssi tai vaihtoehtoisesti, voidaan hankkia USB -porttiin laitettava ”siirrettävä” lisenssi eli dongle. Ohjelma ei alun perin sisällä tuotekirjastoa, vaan se on ladattavissa ilmaiseksi valmistajan sivuilta. Tuotetiedostot on saatavissa joko kokonaisena tuotesarjana tai yksittäin, tuote kerrallaan.

10.2 Ohjelmoinnin aloitus

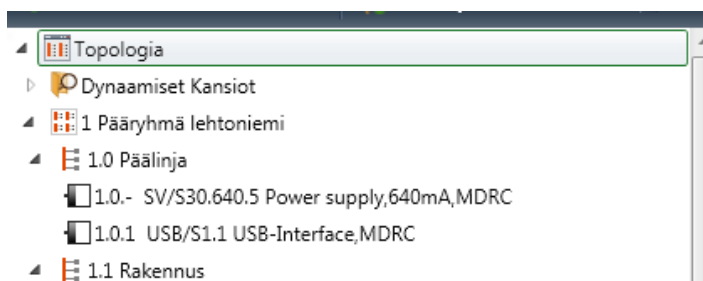
Ensimmäisenä aloittaessa uutta projektia ETS:llä luodaan projektille tietokanta. Uuden projektin luonnissa tärkeä huomioitava asia on valita oikea käytettävä siirtotie. Valittavat siirtotiet ovat TP, PL, ja IP, tässä raportissa olevat kohteet on suunniteltu toteutettavaksi parikaapelitekniikalla, jolloin on valittava siirtotieksi TP. Kuviossa 15 on Lehtoniemen jätevedenpuhdistamon ohjelmoinnin aloitusnäköymä ETS4 ohjelmassa. Samalla laitetaan rasti kohtaan ”Luo Linja 1.1” , tätä voidaan ajatella eräänlaisena sivulinjana.



Kuvio 14 Verkon valinta ja uuden projektin luominen

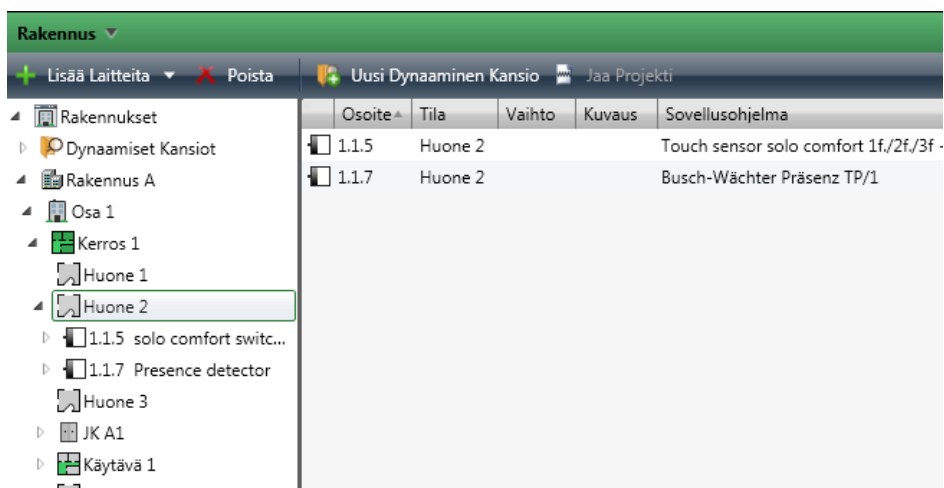
Itse projektin kokoaminen ETS4 -ohjelmalla aloitetaan liittämällä runkoverkkolinjaan virtalähde sekä USB-portti (Kuvio 16). On suositeltavaa edetä komponenttien lisäämisessä järjestelmällisesti, jolloin inhimilliset erehdykset jäävät mahdollisimman pieniksi.

Kuopion Veden jätevedenpuhdistuslaitoksella kaikiksi virtalähteiksi valittiin 640 mA virtalähde, koska kenttä- ja väylälaitteita tuli niin paljon, sekä jätettiin laajentamisvara, mikäli sellaiseen ilmenee tarvetta.



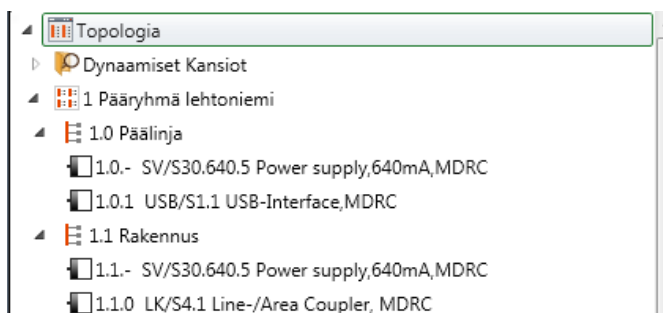
Kuvio 15 Päälinjan virtalähde ja USB-portti

Mikäli halutaan, voidaan myös käytettävien kenttä- ja väylälaitteiden sijainnit määritellä ohjelmaan rakennus-, huone- ja porraskohtaisesti (Kuvio 17). Tällainen käytäntö auttaa silloin, kun isossa järjestelmässä halutaan tehdä uudelleenohjelmointi yhdelle laitteelle. Ohjelmaan määritelly sijainti auttaa paikantamaan laitteen nopeammin muiden vastaavien laitteiden joukosta.



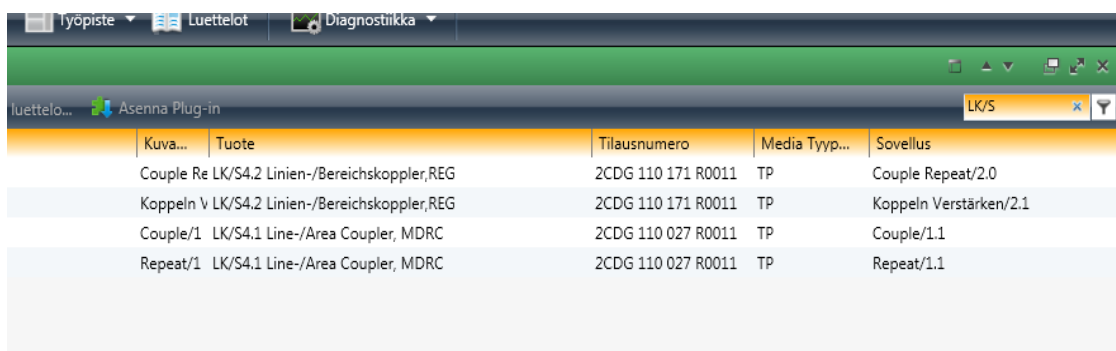
Kuvio 16 Huonekohtaisesti sijoitetut laitteet

Seuraavassa vaiheessa (Kuva 18) lisätään Rakennus-nimiseen linjaan sen oma virtalähde ja linjayhdistin. Virtalähde saa osoitteensa, kun se asetetaan ohjelmassa Rakennus-nimiseen linjaan. Sama pätee myös muille laitteille.



Kuvio 17 Rakennuskohtainen virtalähde ja linjayhdistin

Virtalähteen ja linjayhdistimen valinnan jälkeen edetään annetun ohjelmointitaulun mukaan ja lisätään tarvittavat kytkinyksiköt, Dali-säätimet sekä muut tarvittavat kenttälaitteet. Etsittäessä oikeaa laitetta voidaan käyttää ohjelmassa olevaa hakukenttää nopeuttamaan etsintää. Laitteet lisätään vetämällä ne hakuvalikosta oikeaan linjaan hiiren avulla.

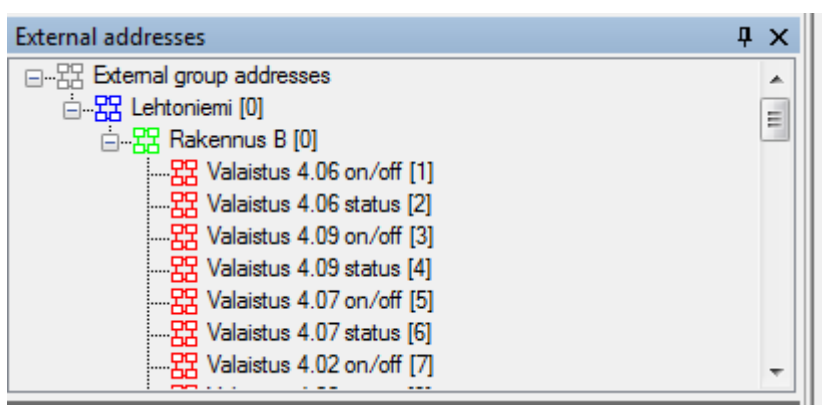


Kuva...	Tuote	Tilausnumero	Media Tyyp...	Sovellus
	Couple Re LK/S4.2 Linien-/Bereichskoppler, REG	2CDG 110 171 R0011	TP	Couple Repeat/2.0
	Koppeln v LK/S4.2 Linien-/Bereichskoppler, REG	2CDG 110 171 R0011	TP	Koppeln Verstärken/2.1
	Couple/1 LK/S4.1 Line-/Area Coupler, MDRC	2CDG 110 027 R0011	TP	Couple/1.1
	Repeat/1 LK/S4.1 Line-/Area Coupler, MDRC	2CDG 110 027 R0011	TP	Repeat/1.1

Kuvio 18 Laitteen etsintä, hakukenttä oikeassa yläkulmassa

10.3 Ryhmäosoitteet

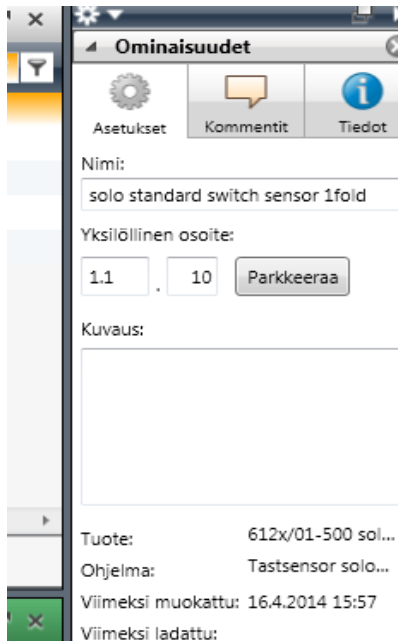
KNX-järjestelmän laitteet linkitetään toisiinsa ryhmäosoitteiden avulla, tämän takia ohjelmoitaessa on tärkeää antaa osoitteille kuvaavat nimet. Ohjelmassa ilmenneen vian tai uudelleen ohjelmoitavan laitteen paikantaminen on huomattavasti yksinkertaisempaa, mikäli osoitteiden nimet ovat kuvaavat. Jokainen KNX-järjestelmään liitettävä keskus- tai toimilaite tarvitsee toimiakseen vähintään yhden ryhmäosoitteen. Esimerkiksi yksiosainen painonappi tarvitsee kaksi ryhmäosoitetta, joista toinen on käyntitieto ja toinen kertoo napin tämänhetkisen statuksen. Status on linkitettävä kaikille painonapin kytkimille, jotta kytkimen led-valot toimisivat oikein. Hyvänä tapana pidetään sellaista led-valojen toimintaa, missä vihreä valo ilmoittaa kumpaa nappia painamalla valaistuksen status muuttuu.



Kuvio 19 Ryhmäosoitteet

Pääryhmän alle luodaan keskiryhmä ja sen alle luodaan ryhmäosoitteet, niiden tasot erotuvat toisistaan automaattisesti kautta-viivalla, ja ovat tällöin muotoa 0/0/1. Ryhmäosoitteelle on tärkeää antaa kuvaavat nimet, jolloin uudelleen ohjelmointi sekä ryhmäosoitteiden linkitys helpottuu.

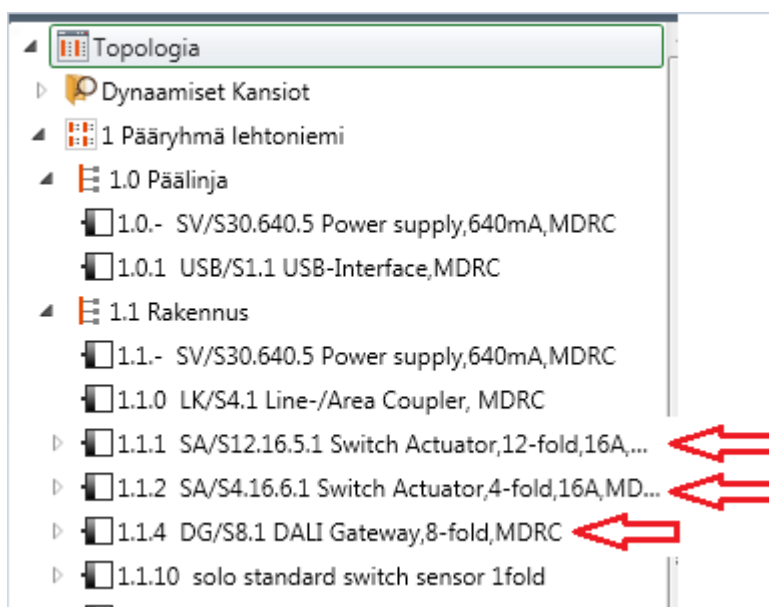
Kuvaus-kentän täyttäminen ei ole ohjelman toiminnallisuuden kannalta välttämätöntä, mutta se helpottaa seuraavan ohjelmoijan työtä. Tällöin on helpompi löytää uudelleen ohjelmoitava tai vioittunut kohta.



Kuvio 20 Laitteen yksilöllinen osoite

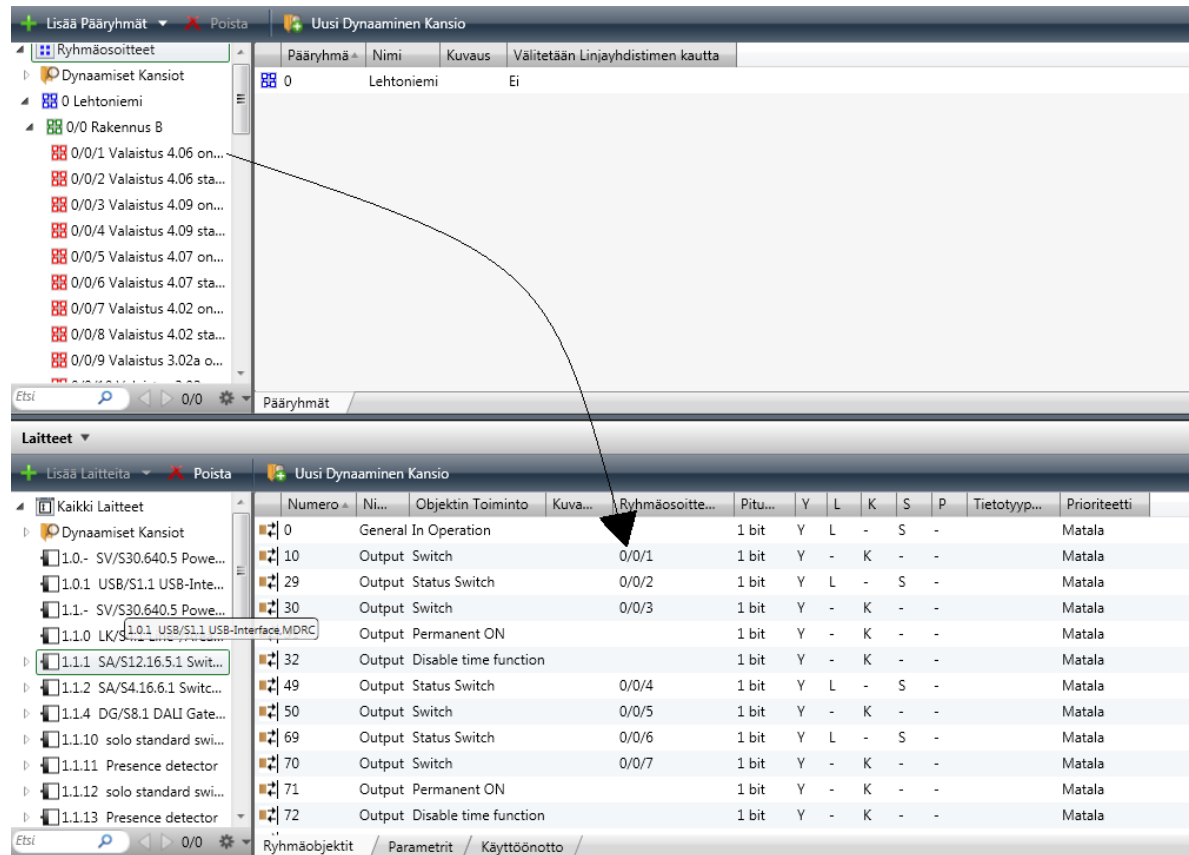
10.4 Kytkinyksikkö

Seuraavassa ohjelmoinnin vaiheessa lisättiin linjaan 1.1 tarvittavat kytkinyksiköt ja Dali-yksiköt.



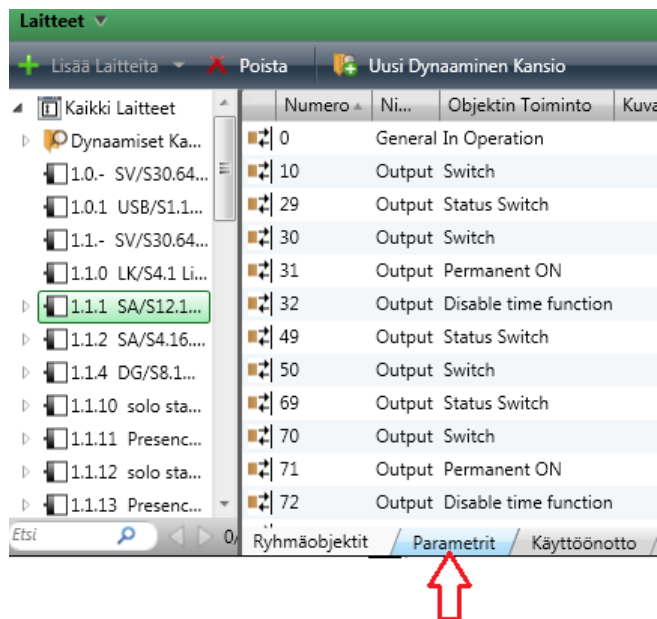
Kuvio 21 Kytkinyksiköt, Dali-yksikkö ja kentälaitteet

Kytkeyksikön parametrien muokkaaminen poikkeaa kenttälaitteiden parametrien muokkaamisesta siten, ettei siinä tarvitse avata erillistä parametrit -ikkunaa. Linkitys tapahtuu kopioimalla ryhmäosoitteet oikeille kytkimen kärjille, joilla ohjataan kuormaa.



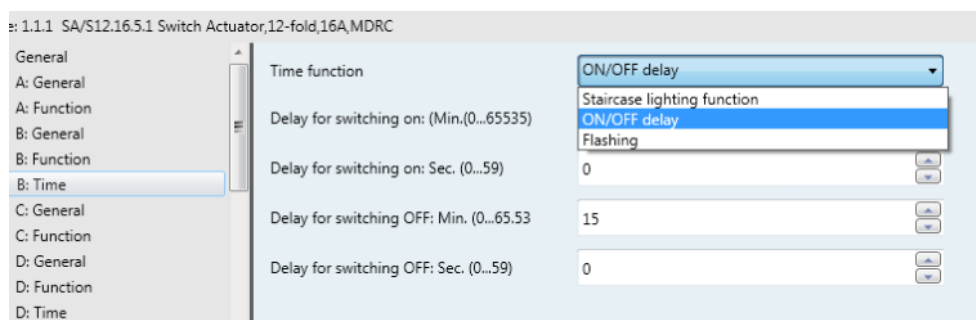
Kuvio 22 Kytkeyksikön ryhmäosoitteiden linkitys

Kytkeyksikön parametrejä muokataan ETS:n laitteet valikossa, jossa hiirellä painetaan parametrit-sivu auki (Kuvio 24). Sinne voidaan määritellä esimerkiksi viive, jonka jälkeen valaisin sammuu, mikäli se ei saa uutta syttymiskäskyä läsnäolotunnistimelta.



Kuvio 23 Kytkeyksikön parametreihin siirtyminen topologiasta

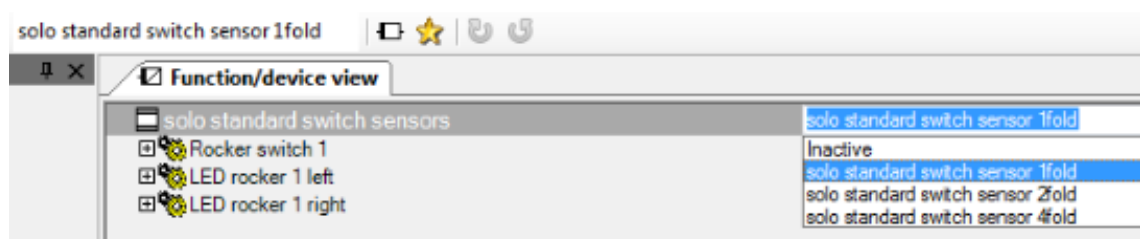
Parametrit -valikosta saadaan vaihdettua erilaisia funktioita, kuten aiemmin mainittu ja tässä tapauksessa asetettiin viive valojen sammumiselle (Kuvio 25).



Kuvio 24 Kytkeyksikköön määritelty valaistuksen sammumisen viiveen määrittely

10.5 Painonapit

Kaikki ohjelmassa olevat painonapit ovat ohjelmalliselta rakenteeltaan ensin yksiosaisia, mutta ne voidaan määritellä yksi-, kaksi- tai neliosaiseksi parametrit -valikossa.

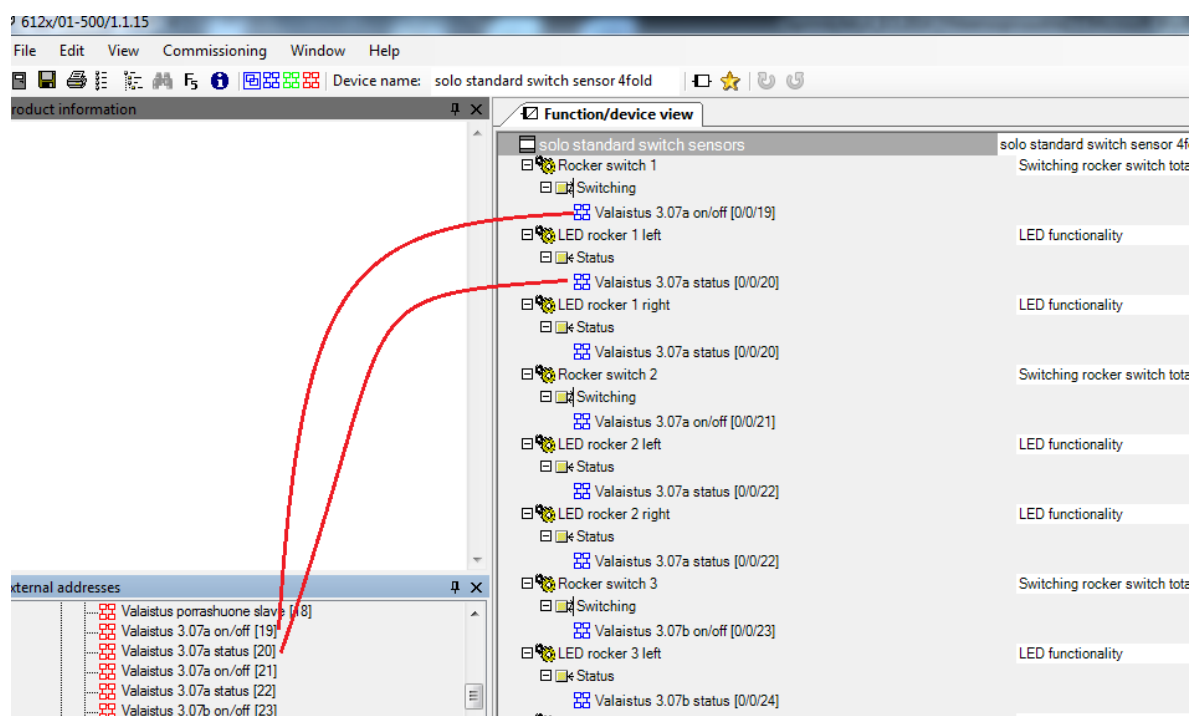


Kuvio 25 Yksiosaisen painonapin(1.1PA27.A) linkittäminen

Kullekin painonapille määritellään oikeat parametrit, jotta valaistus toimii halutulla tavalla. Jotta valaistus toimisi oikein on painonappi myös linkitettävä oikein, linkitys tapahtuu siirtämällä oikeat ryhmäosoitteet napin parametreihin. Painonappi 1.1PA27.A:lle (Liite 5) ryhmäosoitteet(Kuvio 25) siirretäisiin siten, että:

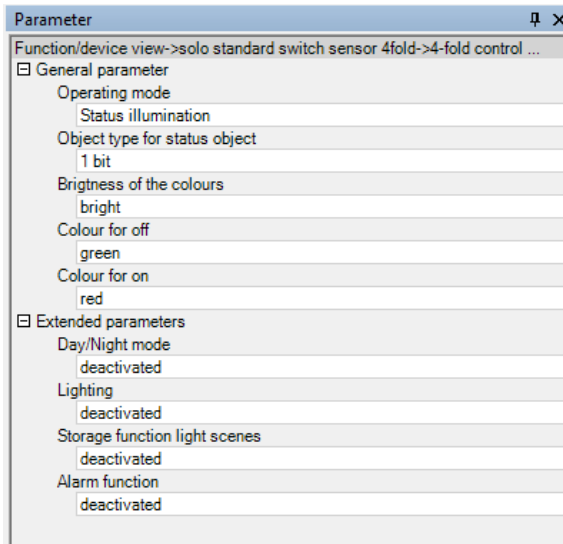
- Rocker switch 1 kohtaan tulee käyntitieto 4.06 on/off
- Led rocker 1 kohtaan left tulee tilatieto 4.06 status ja
- Led rocker 2 kohtaan left tulee tilatieto 4.06 status.

Näin valaistus toimii oikein, kuten myös painonapin kummatkin led-valot.



Kuvio 26 Neliosaisen painonapin parametrien lisäys

Neliosaisen painonapin linkitys tapahtuu samalla periaatteella kuin yksiosaisenkin. Käynti- ja status-tieto linkitetään siirtämällä tarvittavat ryhmäosoitteet oikeille paikoilleen (kuvio 26).



Kuvio 27 Painonapin parametrit

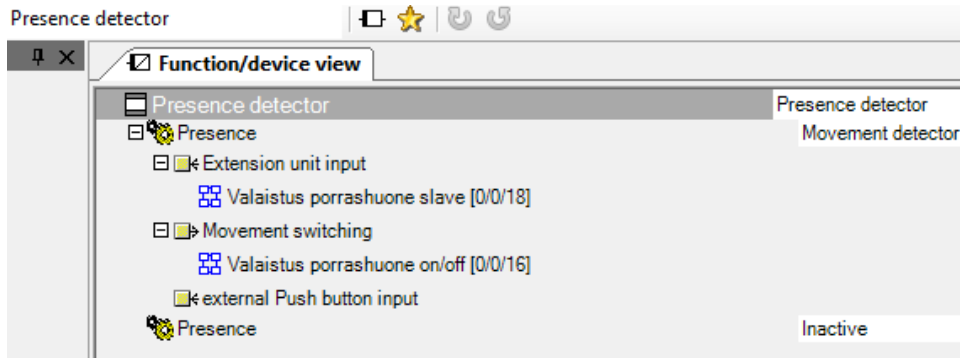
Hyvä tapa säätää painonapin led-valot: Mikäli valo on päällä, sammuttavassa napissa palaa vihreä valo ja sytyttävässä punainen. Mikäli valaistus on pois päältä, sytyttävässä painikkeessa palaa vihreä valo ja sammuttavassa painikkeessa punainen valo (kuvio 27).



Kuvio 28 Painonapin väyläpohjaosa

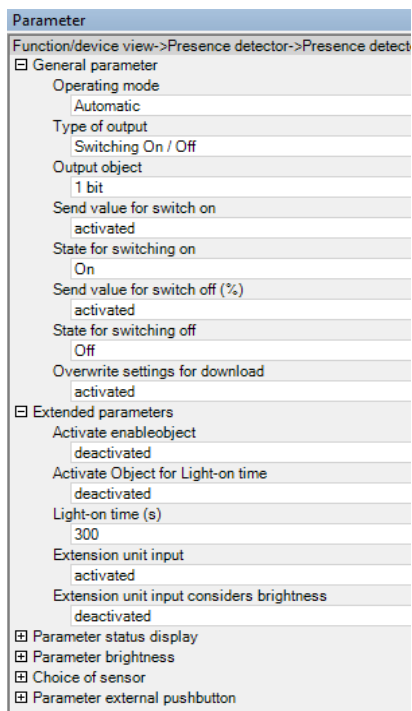
10.6 Liiketunnistin ja läsnäolotunnistin

Mikäli urakoitsijalla on käytössään ylimääräinen USB-portti, kannattaa harkita liike- sekä läsnäolotunnistimien ennalta ohjelmointia. Mikäli ennalta ohjelmointiin päädytään, täytyy liike- ja läsnäolotunnistimet merkitä laitteiden suunnitellut fyysiset osoitteet ennen niiden toimittamista asentajalle. Ennalta ohjelmoinnilla vältetään käyttöönoton aikaiselta tikkaiden kanssa kulkemiselta. Käyttöön otossa jokaisen ohjelmoitavan laitteen lataus painiketta täytyy painaa ennen latauksen aloitusta.



Kuvio 29 Läsäolotunnistimen(1.1IR11.A) parametrit

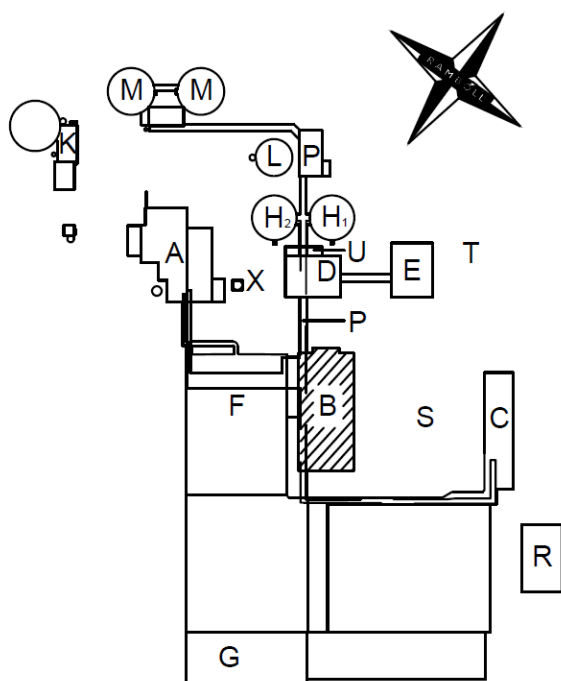
Läsäolotunnistimen yleisistä parametreista (General Parameter) voidaan muokata tunnistimen toimintaa ja tietoja, joita se lähettää (Kuvio 29). Kuviossa 29 on esitetty esimerkiksi ryhmäosoitteen linkittämisestä, tapauksessa kun halutaan käyttää kahta läsäolotunnistinta samassa tilassa. Toinen liiketunnistimista toimii orjana toiselle, jolloin valaistus syttyy kummankin havaitseman liikkeen perusteella. Orjana toimiva laite lähettää vain tiedon liikkeen havaitsemisesta.



Kuvio 30 Läsäolotunnistimen asetukset parametreissa

11 Käyttöönotto Lehtoniemen jätevedenpuhdistamolla

Lehtoniemen jätevedenpuhdistamoon tehdään vuosina 2013 - 2015 merkittävä saneeraus ja laajennus. Sähköurakan Kolmen Sähkö Oy tekee aliurakointina Insta Automation Oy:lle, lisäurakkana Lehtoniemessä on prosessisähköistys. Oma osuuteni saneerauksessa on KNX-järjestelmän ohjelmointi ja sen käyttöönotto ETS4-ohjelmalla, tähän raporttiin on kuitenkin otettu mukaan vain B-rakennuksen ohjelmointi ja käyttöönotto. Kiinteistö kokonaisuus tullaan kuitenkin ohjelmoimaan ja ottamaan käyttöön vuoden 2015 kevään aikana.



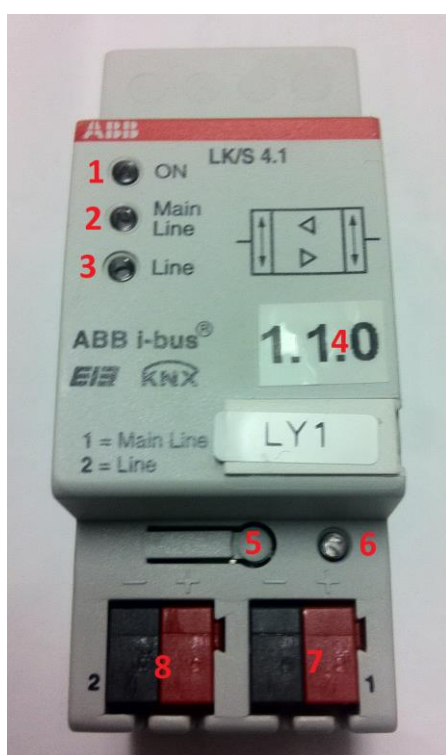
Kuvio 31 Lehtoniemen jäteveden puhdistamon rakennukset

KNX-järjestelmän käyttöönotto alkaa aina jännitteen kytkemisestä väylälaitteisiin. Käyttöönotto tulisi toteuttaa aina järjestelmällisesti ETS4 ohjelman ”polkua” seuraten, tällöin laitteita ei jää ottamatta käyttöön. Käyttöönottovaiheessa laitteille ladataan etukäteen ohjelmointivaiheessa luodut yksilölliset ohjelmat. Se pitää sisällään fyysisen osoitteen, parametrit sekä laitteen käyttämät ryhmäosoitteet.

Käyttöönotto tapahtuu käynnistämällä ETS4-ohjelmasta laitteen tai laitteiden lataus. Ensimmäisellä kerralla valitaan ”lataa kaikki” käsky. Valinnan jälkeen ETS4 -ohjelma pyytää painamaan kyseisen laitteen ohjelmointi painiketta (Kuvio 28, kuvio 32), jolle ohjelmassa määritellyt tiedot halutaan ladata. Mikäli laitteen parametreja tai ryhmäosoitteita joudutaan muuttamaan, voidaan muutos ohjelmointi tehdä suoraan tietokoneelta antamalla käsky ”lataa ohjelma”. Käytännössä laitteelle annetaan fyysinen osoite vain kerran, eli en-

simmäisellä latauksella. Jos ohjelmointi vaiheessa tyypitetty laite ei vastaa käytännössä ohjelmoitavaa laitetta, käyttöönotto ei onnistu. Käyttöönottovaiheessa laitteeseen merkaataan fyysisen osoitteen kertova tarralappu. Tällainen käytäntö helpottaa uudelleen ohjelmointia sekä muistuttaa jo ohjelmoiduista laitteista.

Parametrit ja ryhmäosoitteet on ohjelmoitavissa uudestaan niin monta kertaa kuin se vain on tarpeellista. Mikäli kohteeseen on suunniteltu hieman tavanomaista valaistuksen ohjausta monimutkaisempi järjestelmä, on jopa todennäköistä, että uudelleen ohjelmoinnilta ei voi välttyä.



Kuvio 32 Linjayhdistin LK/S 4.1

1. On/Off led
2. Signaalin ilmaiseva LED (päälinja)
3. Signaalin ilmaiseva LED (toinen linja)
4. Ryhmäosoite
5. Ohjelmointi painike
6. Ohjelmointi LED
7. Ensisijaisen väyläkaapelin liitäntä
8. Toissijaisen väyläkaapelin liitäntä

12 Pohdinta

Aloittaessani raportin kirjoittamista oli KNX-järjestelmä minulle ennalta täysin tuntematon. Kiinnostuin aiheesta työnohjaajan kertomista toteutus mahdollisuuksista KNX-järjestelmällä. Erityisesti mielenkiintoni herätti langattomat painikkeet ja radiotaajuus tekniikan tuomat mahdollisuudet. Opinnäytetyön tarkoitus oli opettaa minulle KNX-järjestelmän suunnittelua sekä ohjelmointia ja käyttöönottoa ETS4 ohjelmalla. Olen oppinut kaikilta osa-alueilta paljon raportin edetessä ja samalla mielenkiintoni aihetta kohtaan on kasvanut. Esimerkkeinä raportissa käyttämäni kohteet olivat aloittelijalle sopivia kohteita, tarjoten kuitenkin sopivassa määrin haasteita.

Kirjoittamisprosessin aikana kävin toimeksiantajan edustajan mukana myös muissa kohteissa, joissa on käytetty KNX-järjestelmää. Opin niilläkin käynneillä lisää uudelleen ohjelmoinnista ja mahdollisten ongelmien selvityksestä. Uskon oppineeni eniten konkreettisen työn aika. Jokaisen KNX-järjestelmän suunnittelijan pitäisi päästä tekemään käyttöönottoa, jo ennen suunnittelua.

Työn tarkoituksena oli opettaa myös ETS-järjestelmän käyttöönottoa ja käyttöä. Opetus toteutettiin siten, että tein Lehtoniemen jätevedenpuhdistamon rakennus B:n ohjelmoinnin itse. Etenin ohjelmoinnissa toimeksiantajan KNX-asiantuntijan Panu Knuutisen tekemän ohjelmointitaulukon mukaisesti, saaden häneltä myös apua tarvittaessa. Ennen käyttöönoton tekemistä, Knuutinen tarkasti ohjelmoinnin silmämääräisesti.

Mietin raportin kirjoituksen alussa, miksi järjestelmästä ei ole olemassa kevyempää kuluttajille sopivampaa ratkaisua. Tietooni tuli toimeksiantajan kautta uusi KNX-järjestelmän kaltainen järjestelmä FreeAtHome, joka on suunniteltu pienemmille kuluttajille. Järjestelmästä tehdään pilottihankkeita ja se on kuluttajien saatavilla. Kehitysidea KNX-järjestelmän uudelleen ohjelmointiin on keskukseen jätettävä muistitikku. Alkuperäinen ohjelmointi tiedosto tallennetaan muistitikulle, jolloin uudelleen ohjelmoija pääsee nopeasti ja helposti perille järjestelmään.

Lähteet

Automaation toiminnallisuus ja energiatehokkuus. V. 2010. Seminaarin esitysmateriaali. Stigzelius, J., Piikkilä, Avoinautomaatio sivustolta. Viitattu 16.4.2014.

http://www.avoinautomaatio.fi/doc/rao-forum/RAO_presentation_in_Jyvaskyla_2.pdf

Digitaalisignaalin koodaus. N.d. Honkanen H. Tuntimateriaali. Viitattu 25.5.2014

http://gallia.kajak.fi/opmateriaalit/yleinen/honHar/ma/DIG_DIGITAALISIGNAALIN%20KODAUS.pdf

Ensto uuden sukupolven väyläohjatut toimilaitteet taloautomaatioon. N.d. Tuote esite. Asennustuotteet sivustolta. Viitattu 15.4.2014

http://installationmaterials.com/documents/Attachments/Kytkeyksikot_FI.pdf

KNX Finland ry. 2014. internet sivu. Viitattu 9.4.2014

<http://www.knx.fi/>

KNX-taloautomaatio tuoteluettelo. 2012. ABB Asennustuotteet kansio. Suomi.

KNX-taloautomaatio tuoteluettelo. 2012. ABB Asennustuotteet esite. Viitattu 6.4.2014

http://abb.smartpage.fi/fi/taloautomaatio_tuoteluettelo_2012/files/taloautomaatio_tuoteluettelo_2012.pdf

KNX-taloautomaatio järjestelmäopas. N.d. Tuote esite. Asennustuotteet sivustolta. Viitattu 6.4.2014. http://asennustuotteet.fi/documents/Esitteet/KNX_Jarjestelmaopas_08-2013.pdf

KNX TP1 Topology. N.d. Seminaarin esitysmateriaali. KNX associationin sivustolta. Viitattu 9.4.2014

http://www.knx.org/fileadmin/template/documents/downloads_support_menu/KNX_tutorial_seminar_page/basic_documentation/Topology_E1212c.pdf

KNX-tuoteluettelo. N.d. Tuote esite. Schneider electric Oy:n sivuilta. Viitattu 16.4.2014.

http://www.google.fi/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=5&ved=0CEMQFjAE&url=http%3A%2F%2Fdownload.schneider-electric.nu%2Fsnb%2Fdownload.aspx%3Fso%3D4%26file%3DSNBDB_33138&ei=zElOU9zII8KZyAPlr4AY&usg=AFQjCNFrKsap8e64bCnechyOqVcJx2XNzA&bvm=bv.64764171,d.bGQ&cad=rja

KNX-järjestelmän sisäisen ohjauksen IP-yhdyskäytävän käyttöohjeet. N.d. Käyttöohje. Schneider electric Oy:n sivuilta. Viitattu 16.4.2014.

<http://ecatalogue.schneider-electric.fi/ProductGroup.aspx?groupid=298060&navid=32126&navoption=1>

KNX/Dali rajapinta käyttöohjeet. N.d. Käyttöohje. Schneider electric Oy:n sivuilta. Viitattu 16.4.2014.

<http://ecatalogue.schneider-electric.fi/ProductGroup.aspx?groupid=298058&navid=32123&navoption=1>

Kolmen Sähkö Oy. 2013. internet sivu. viitattu 9.4.2014

<http://www.kolmensahko.fi/fi/Yritys/Kolmen+S%C3%A4hk%C3%B6.html>

Käsikirja asuntojen ja rakennusten ohjauksiin. 2006. KNX Perusperiaatteet 5. korjattu painos. KNX Finland ry. Sähköinfo Oy.

Läsnäolo- ja liiketunnistimet. N.d. ABB Oy:n sivuilta. Tuote esite. Viitattu 24.4.2014.

http://abb.smartpage.fi/fi/lasnaolo_ja_liiketunnistimet/files/lasnaolo_ja_liiketunnistimet.pdf

Sääasema Basic. N.d. internet esite. Viitattu 24.4.2014

<http://ecatalogue.schneider-electric.fi/ProductGroup.aspx?groupid=298059&navid=32125&navoption=1>

Äly tuli taloon. Isosaari, K. Tekniikan maailma. Viitattu 16.4.2014

http://digi.tekniikanmaailma.fi/issue_page/asuminen-2/?shared=1

Liitteet

Liite 1

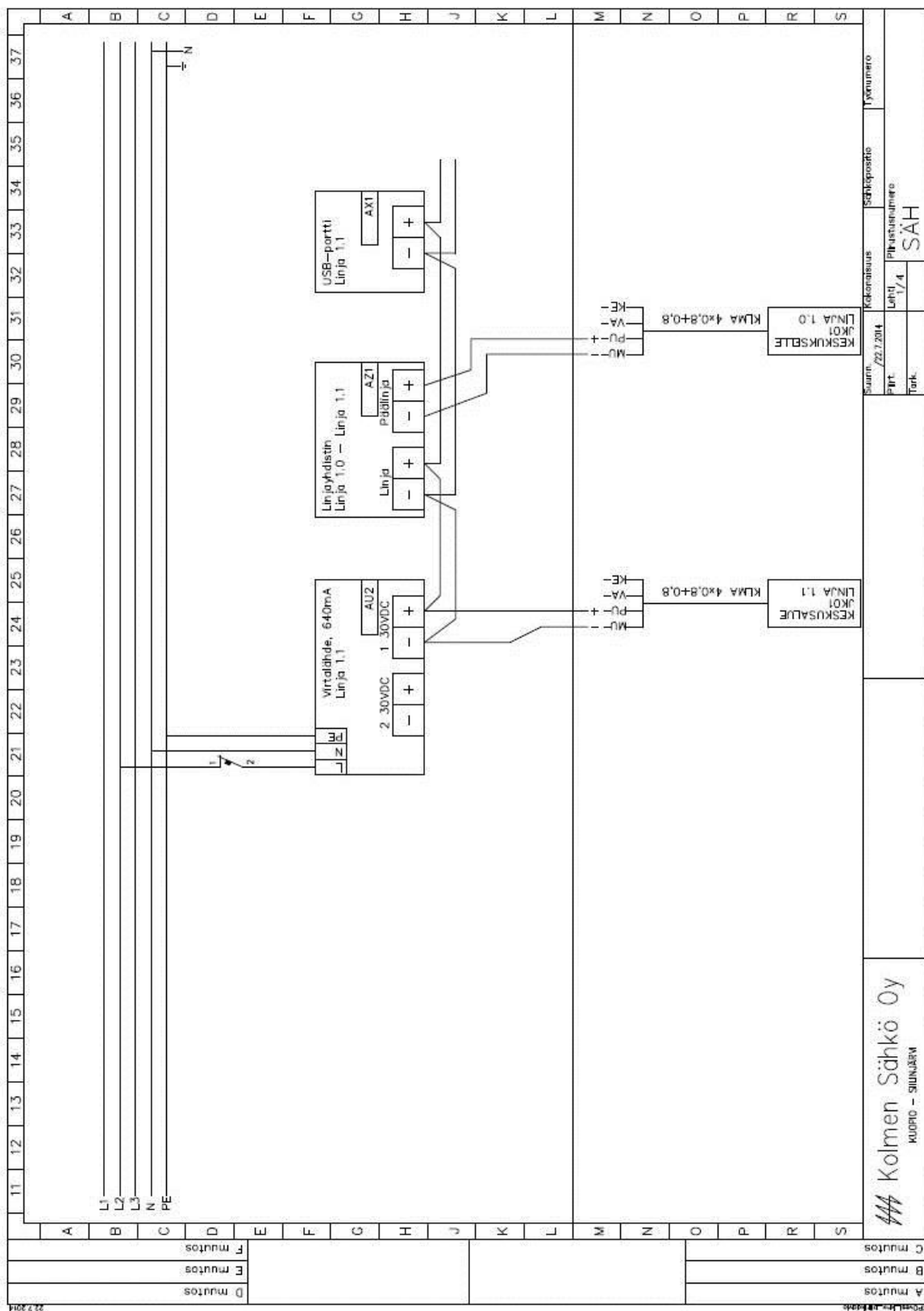


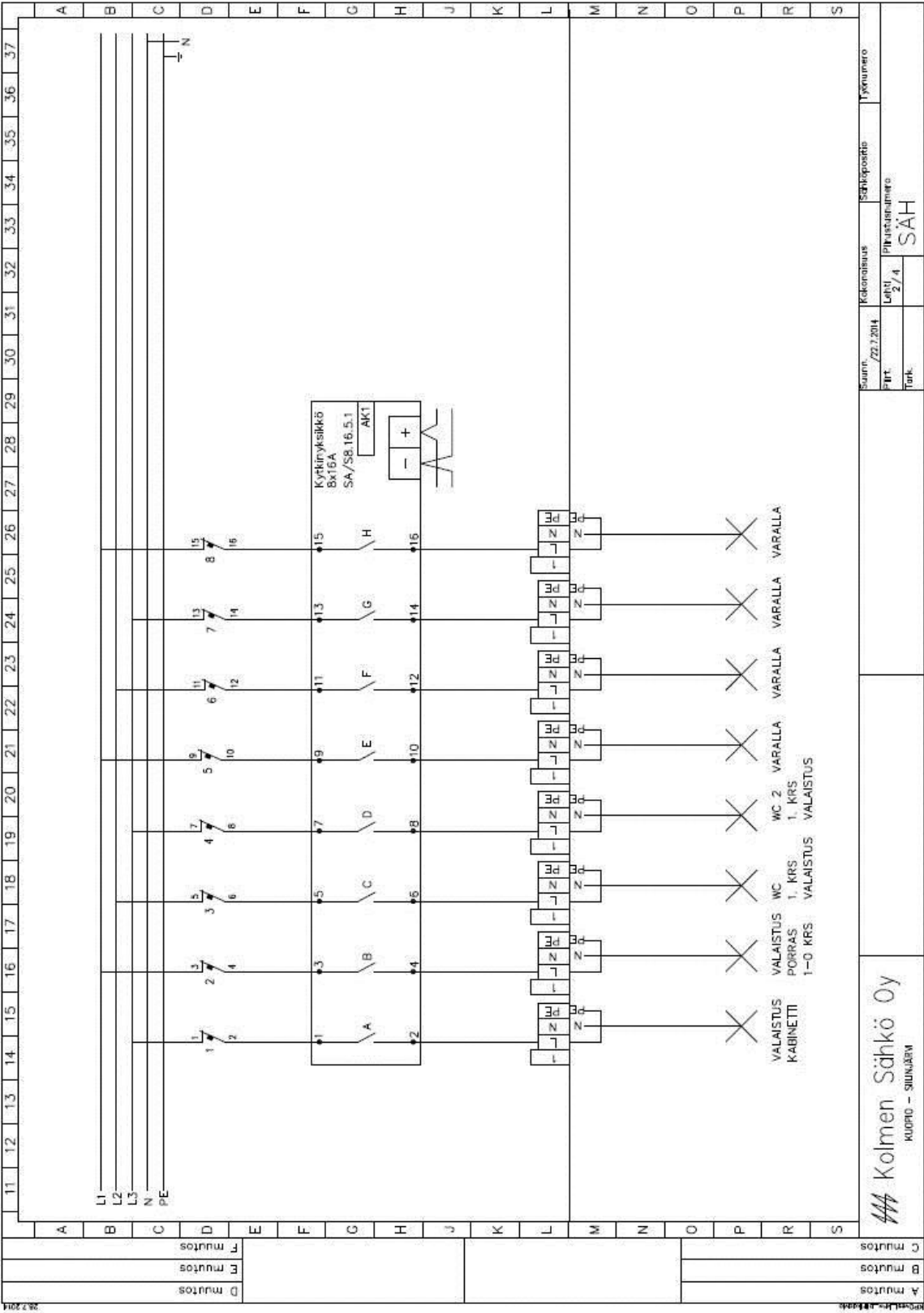
KNX-Laiteluettelo

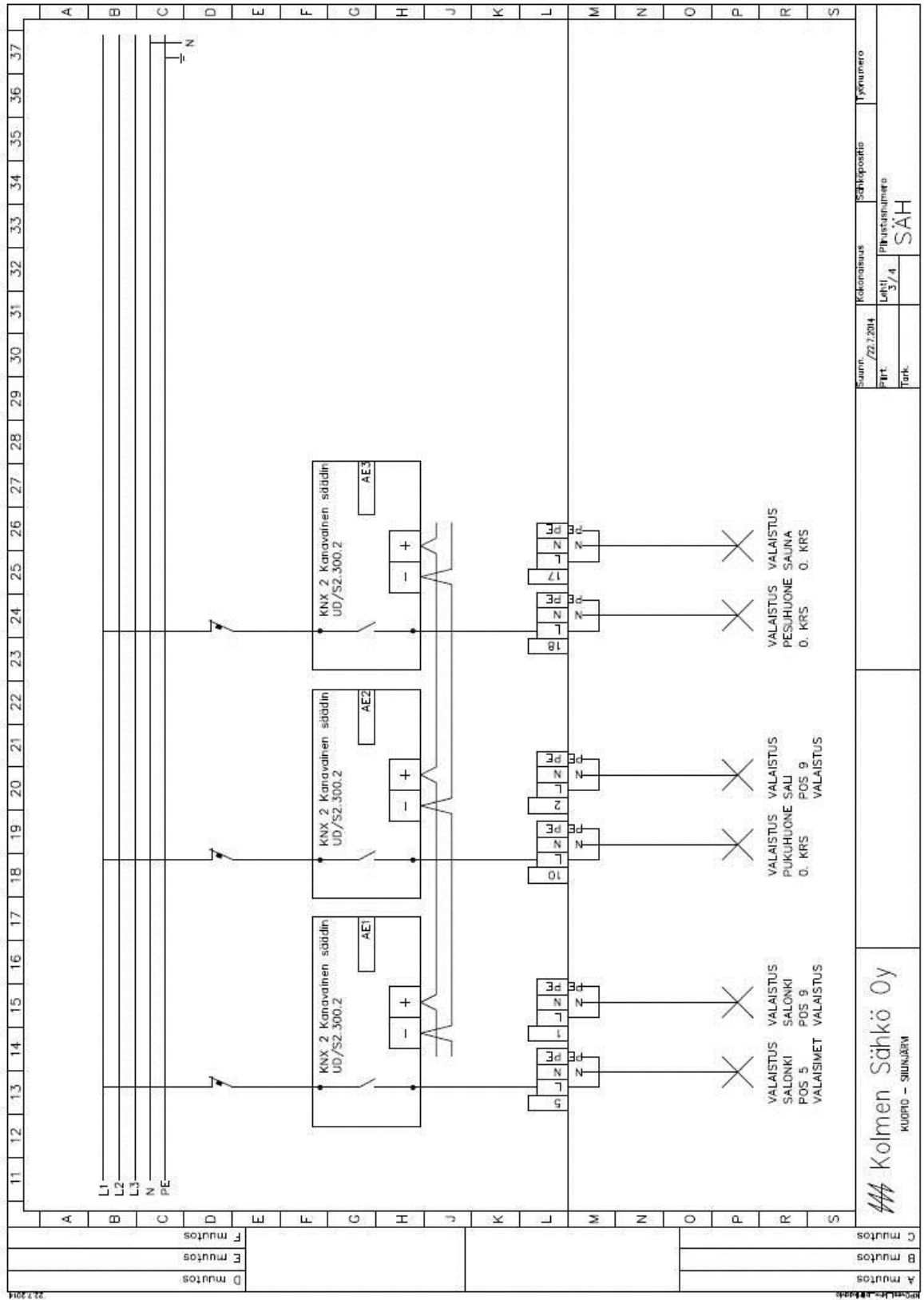
KUOPION VEDEN EDUSTUSTILAT/PUUTALO
ITKONNIEMENKATU 81
70500 KUOPIO
suun. LH
Laadittu 1.8.2014

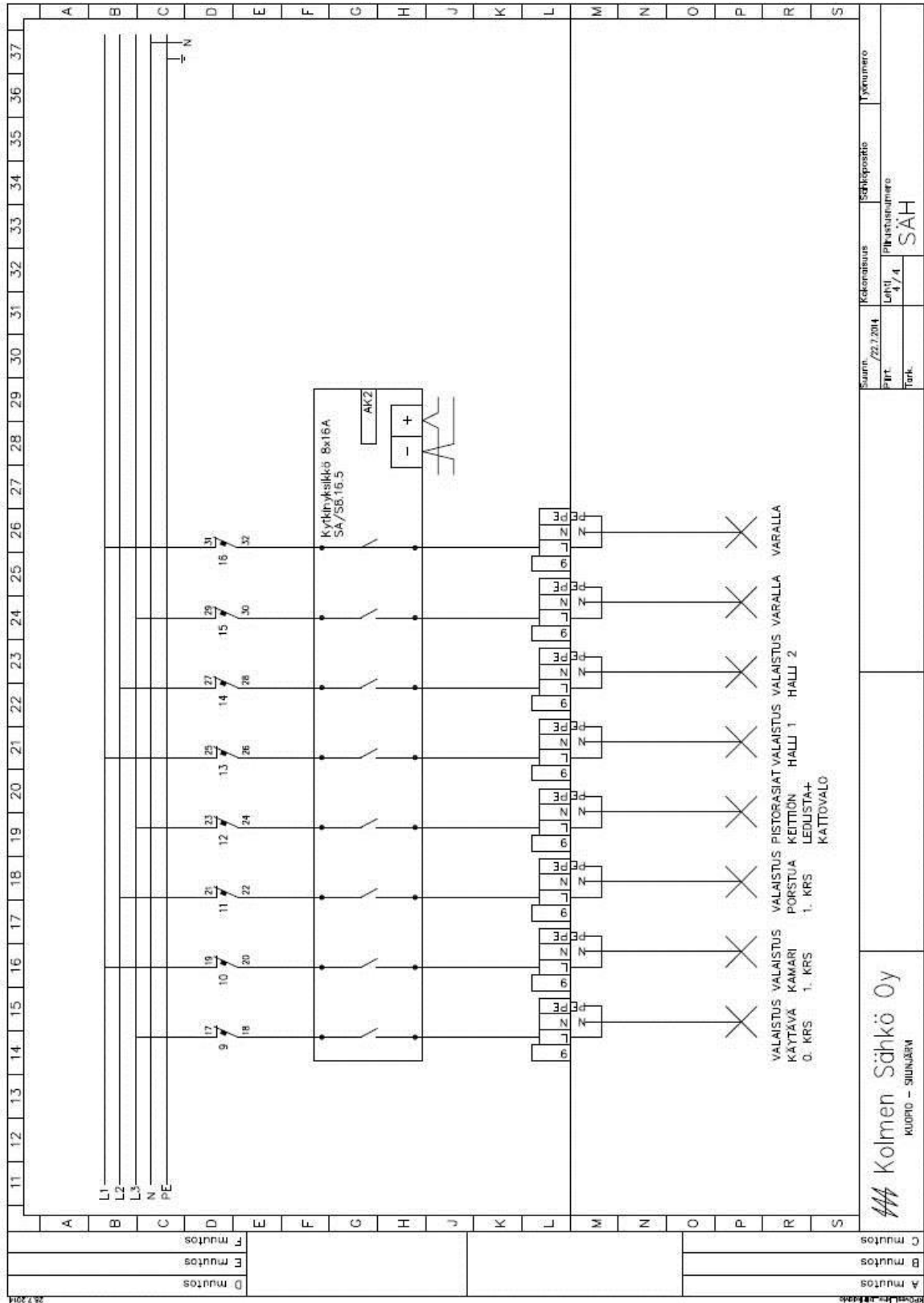
Positio	Määrä	Laitteen kuvaus	Tyyppi	Valmistaja
PK	1	Virtalähde 320mA	SV/30.320.5	ABB
PK	1	Linjayhdistin	LK/S.4.1	ABB
PK	1	USB-portti	USB/S1.1	ABB
PK	2	Kytkeyksikkö 8x16A	SA/S8.16.5.1	ABB
PK	3	2-Kanavainen säädin	UD/S2.300.2	ABB
1	4	KNX-painike 1-osainen	Impressivo 6125/01-84-500, sis. Väyläpohjaosan 6120	ABB
2	1	KNX-painike 2-osainen	Impressivo 6125/01-84-500, sis. Väyläpohjaosan 6120	ABB
3	3	KNX-RF-painike 1-osainen	Impressivo 1786RF-84	ABB
4	2	KNX-RF-painike 2-osainen	Impressivo 1785RF-84	ABB
5	2	KNX RF vastaanotin	6186/RF	ABB
6	3	KNX läsnäolotunnistin 360	6131/10-24-500	ABB

Liite 2

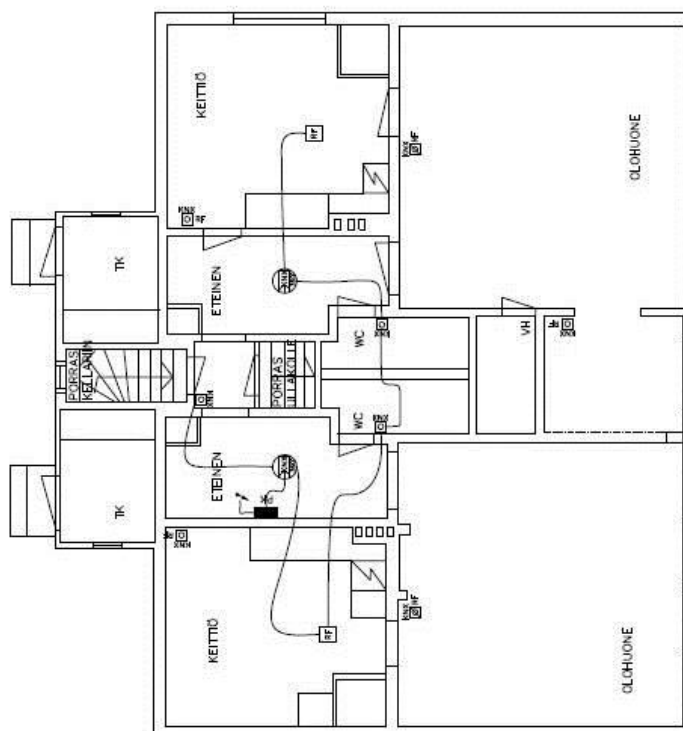









Liite 3

[illegible]

1.                                                                                                                               

№	PIIRITIE	YÖTEIN	POHJOIS-ETELÄ	ETELÄ
31	SAANEERAUS		Sähköpiirustus	1:50
32	Käytönvälit, adustusrakennus konferenssi 81 76500 KUPIES		Väyläkaapelointi	1:50
33	Koltronn Sähkö Oy		SÄH	004
	AIKA - JÄLKE		MAKS	MAKS

Kohde		Kuopion Vesi, Lehtoniemen jätevedenpuhdistamo				Proj.no:		229
Suunnittelija		Kolmen Sähkö Oy, Panu Knuutinen				Laadittu pvm:		27.3.2014
Urakoitsija		Kolmen Sähkö Oy, Panu Knuutinen / Lauri Harinen				Muutos pvm:		16.10.2014
Keskus	Fyys. osoite	Ryhmä osoite	Toimilaite	Toiminta	Ohjaava laite	Ohjaukset automaatiosta		Selitys
JKB3	0.0.-			Virtalähde, linja 0.0				
	1.1.0			Linjavyhdistin, linja 0.0 - linja 1.1				
	1.1.-			Virtalähde, linja 1.1				
	1.1.1	0/0/1	1.1SA1	A Valaistus 4.06 on/off	1.1PA27.A			
	1.1.1	0/0/2	1.1SA1	A Valaistus 4.06 status	1.1PA27.A			
	1.1.1	0/0/3	1.1SA1	B Valaistus 4.09 on/off	1.1PA24.A			
	1.1.1	0/0/4	1.1SA1	B Valaistus 4.09 status	1.1PA24.A			
	1.1.1	0/0/5	1.1SA1	C Valaistus 4.07 on/off	1.1PA23.A			
	1.1.1	0/0/6	1.1SA1	C Valaistus 4.07 status	1.1PA23.A			
	1.1.1	0/0/7	1.1SA1	D Valaistus 4.02 on/off	1.1IR19.A			Off-delay 5min
	1.1.1	0/0/8	1.1SA1	D Valaistus 4.02 status				
	1.1.1	0/0/9	1.1SA1	E Valaistus 3.02a on/off	1.1IR17.A			Master-Slave ohjaus
	1.1.1	0/0/10	1.1SA1	E Valaistus 3.02a status				Off-delay 5min
	1.1.1	0/0/12	1.1SA1	F Valaistus 3.02b on/off	1.1IR14.A			Off-delay 5min
	1.1.1	0/0/13	1.1SA1	F Valaistus 3.02b status				
	1.1.1	0/0/14	1.1SA1	G Valaistus 3.08 on/off	1.1PA10.A			
	1.1.1	0/0/15	1.1SA1	G Valaistus 3.08 status	1.1PA10.A			
	1.1.1	0/0/16	1.1SA1	H Valaistus porrashuone on/off	1.1IR11.A			Master-Slave ohjaus
	1.1.1	0/0/17	1.1SA1	H Valaistus porrashuone status				Off-delay 10min
	1.1.1		1.1SA1	I Vara				
	1.1.1		1.1SA1	I Vara				
	1.1.1	0/0/19	1.1SA1	J Valaistus 3.07a on/off	1.1PA15.A			
	1.1.1	0/0/20	1.1SA1	J Valaistus 3.07a status	1.1PA18.A			
	1.1.1	0/0/21	1.1SA1	K Valaistus 3.07a on/off	1.1PA15.B			
	1.1.1	0/0/22	1.1SA1	K Valaistus 3.07a status	1.1PA15.B			
	1.1.1	0/0/23	1.1SA1	L Valaistus 3.07b on/off	1.1PA15.C			
	1.1.1	0/0/24	1.1SA1	L Valaistus 3.07b status	1.1PA15.C			

Liite 6

SÄHKÖTEKNISET TIEDOT :			
1. NIMELLISJÄNNITE / -VIRTA / -TAAJUUS	V	3x35 A	50 Hz
2. TERMINEN OIKOSUJUKESTOISUUS	KA		
3. TASATU- / ASENETTU TEHO / COSFI	KW		cosfi
4. OHJAUSJÄNNITEKISKOT	EI	<input type="checkbox"/>	JÄNNITE --- V VIRTA --- A
5. AC-KISKOT TAI JOHTIMET	L1,N	<input type="checkbox"/> L1,N,PE <input type="checkbox"/> L1,L2,L3,N <input checked="" type="checkbox"/> L1,L2,L3,N,PE	
RAKENNETIEDOT :			
1. KESKUSLAJI	KENNO	<input checked="" type="checkbox"/> KOTELO <input type="checkbox"/> KEHIKKO	
2. ASENNUSTAPA	PINTA	<input type="checkbox"/> UPPO	KOTEL LUOKKA IP ---
3. KIINNITYS	LATTIA	<input checked="" type="checkbox"/> SEINÄ	
4. OVILAITE	LUKKO	<input checked="" type="checkbox"/> SALPA	
5. LATTISEIKESK. POHJALEYTY	AJOIN	<input type="checkbox"/> PALONKESTÄVÄ	
6. MAALAUUS	VAKIO	<input checked="" type="checkbox"/> ERIKOIS	
7. MITAT	KORKEUS : ---	LEV. : ---	SYV. : ---
KALUSTUSTIEDOT :			
1. KALUSTUSTYYPPI	KINTEÄ	<input checked="" type="checkbox"/> ULOS.V. <input type="checkbox"/> ULOSOT.	
2. KALUSTUSTA	YKSINKÖ	<input checked="" type="checkbox"/> KESKITETTY	
3. MERKKILAMPUT	HEKKU	<input type="checkbox"/> HOHTO <input checked="" type="checkbox"/> LEDI	
4. MITTAUKSEN TOIMITTAJA	SÄHKÖLAITOS	<input type="checkbox"/> VALMISTAJA	
KAPELOINTI :			
1. SYÖTTÖKAAPULI	YUHÄILTÄ	<input checked="" type="checkbox"/> ALHAALTA	
2. PÄÄKAAPELIT	YUHÄILTÄ	<input checked="" type="checkbox"/> ALHAALTA	KOJEISIIN <input type="checkbox"/> RIVIL
3. OHJAUSKAAPELIT	YUHÄILTÄ	<input checked="" type="checkbox"/> ALHAALTA	KOJEISIIN <input type="checkbox"/> RIVIL
TUNNUSMERKINNÄT :			
1. TUNNUSKILVET	VALM.NORM.	<input type="checkbox"/> ERILL.OHIE	
2. KOJEMERKINNÄT	JUOKSEVA	<input checked="" type="checkbox"/> KENNOKOHT.	ERILL.OHJE <input type="checkbox"/>
MUUT TIEDOT :			
Suunn. / 25.2.2014 Päiväysnumero 1/8 SÄH 010			
Kuopion Vesi Itkonniemenkatu 81 Edustustilat			
444 Kolmen Sähkö Oy KUPIO - SIUNAARA			

11.3.2014																																																																																																																																							
<table><tr><td colspan="11">KESKUS</td><td colspan="11">RYHMÄ</td><td colspan="11">OSOITE</td><td colspan="11">TUNNUS</td><td colspan="11">JOHDOTUS</td><td colspan="11">KVA/kW</td><td colspan="11">A / A</td><td colspan="11">HUOM.</td></tr><tr><td colspan="11"></td></tr></table>																																					KESKUS											RYHMÄ											OSOITE											TUNNUS											JOHDOTUS											KVA/kW											A / A											HUOM.																					
KESKUS											RYHMÄ											OSOITE											TUNNUS											JOHDOTUS											KVA/kW											A / A											HUOM.																																																										

											11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
											KESKUS											RYHMÄ											OSOITE											TUNNUS											JOHDOTUS											KVA/kW											A / A											HUOM.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
											AK1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													

	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
A																											
B																											
C																											
D																											
E																											
F																											
G																											
H																											
I																											
J																											
K																											
L																											
M																											
N																											
O																											
P																											
Q																											
R																											
S																											

A muutos
 B muutos
 C muutos
 D muutos
 E muutos
 F muutos

Kuopio - Sijunaary
 Kolmen Sähkö Oy
 Kuopion Vesi
 Itkonniemenkatu 81
 Edustustilat

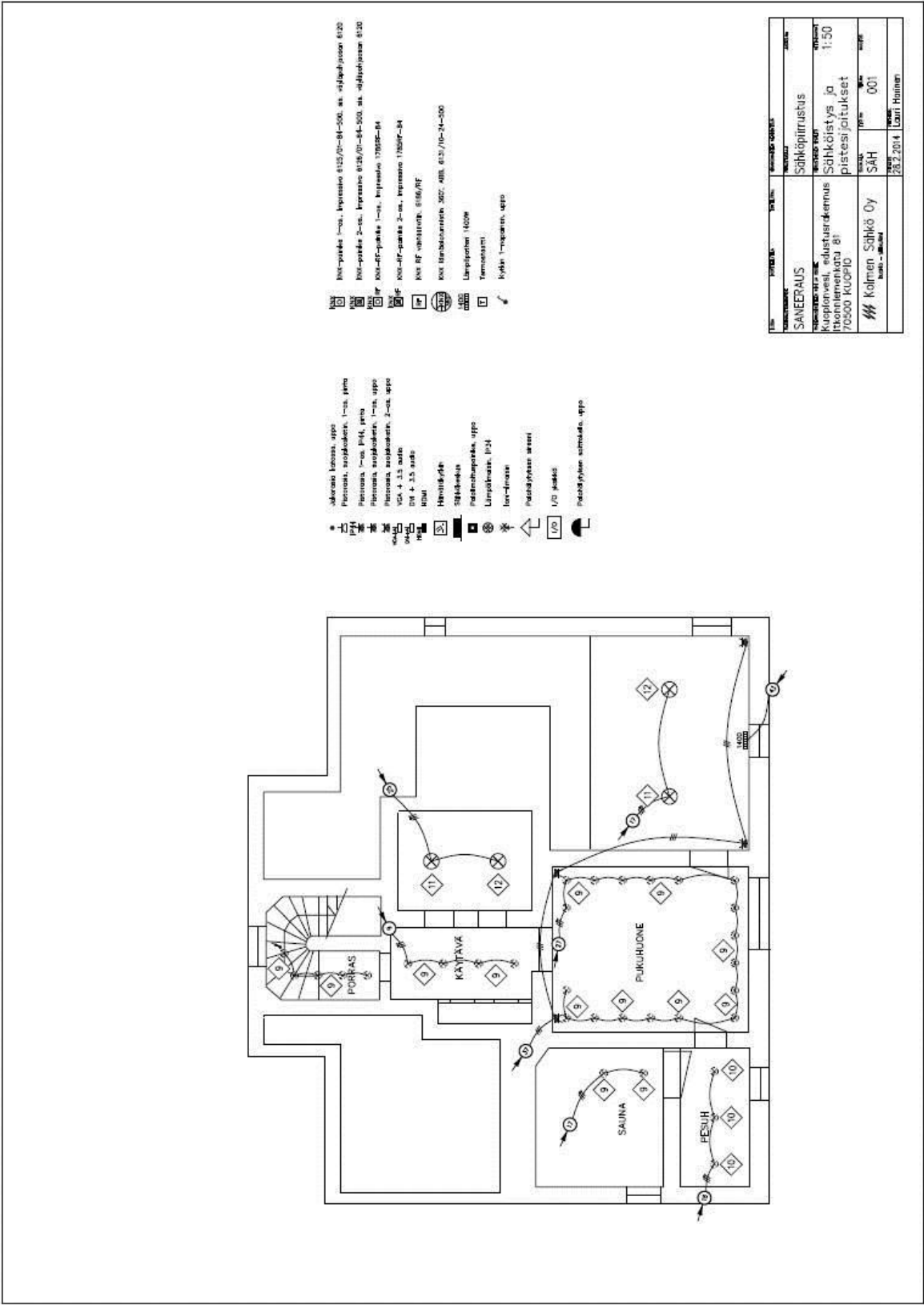
Yhteensä
 Laitteet / 25.3.2014
 Työt / 17.2.2014
 Tark.

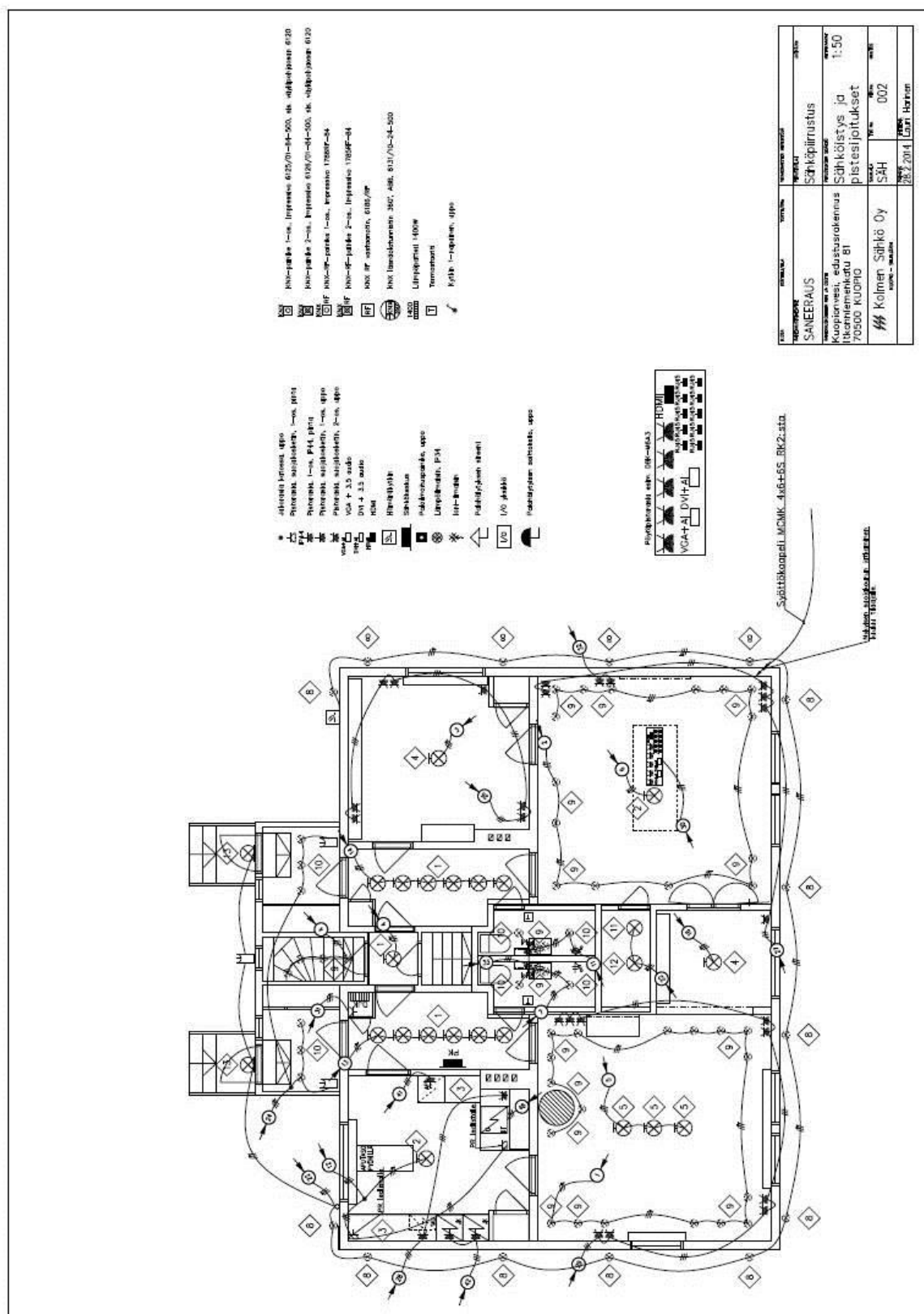
Kokoitus
 Sähkösäätö
 Yhtymänumero

SÄH 002

		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37														
A	KESKUS																		RYHMÄ	OSOITE										TUNNUS	JOHDOTUS	KVA/kW	A / A	HUOM.	A							
B																			43	Patterit varasto Okrs.																B						
C																			44	Varalla																C						
D																			45	Varalla																D						
E																			46	Uuni/Liesi 1krs.										MMJ 5x2,5S			C16		E							
F																			47	Varalla																F						
G																																				G						
H																																				H						
I																																				I						
J																																				J						
K																																				K						
L																																				L						
M																																				M						
N																																				N						
O																																				O						
P																																				P						
Q																																				Q						
R																																				R						
S																																				S						
																			Kuopion Vesi Itkonniemenkatu 81 Edustustilat										Saunat SÄT. Tark.		Kokonaissumma Lehti / 6 / s	Sähköpostia Puhutussuunnitelma SAH	Työnumero									
																			Kolmen Sähkö Oy KUOPIO - SIUNJÄRVI																							

Liite 7





[illegible]